



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON ROBOT INDUSTRIAL EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

**RUIZ ARIAS CRISTIAN OSWALDO
SALAO BRAVO JORGE LUIS**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

**RIOBAMBA – ECUADOR
2016**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2016-06-13

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

RUIZ ARIAS CRISTIAN OSWALDO

SALAO BRAVO JORGE LUIS

Titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON
ROBOT INDUSTRIAL EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE
LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos Santillán Mariño

DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Pablo Montalvo Jaramillo

DIRECTOR

Ing. Marco Santillán Gallegos

ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: RUIZ ARIAS CRISTIAN OSWALDO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON ROBOT INDUSTRIAL EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Fecha de Examinación: 2017-01-17

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|--|---------|---------------|-------|
| Ing. José Granizo PRESIDENTE TRIB. DEFENSA | | | |
| Ing. Pablo Montalvo Jaramillo DIRECTOR | | | |
| Ing. Marco Santillán Gallegos ASESOR | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. José Granizo
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

EXAMINACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: SALAO BRAVO JORGE LUIS

TRABAJO DE TITULACIÓN: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE ALMACENAMIENTO CON ROBOT INDUSTRIAL EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

Fecha de Examinación: 2017-01-20

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|--|---------|---------------|-------|
| Ing. José Granizo PRESIDENTE TRIB. DEFENSA | | | |
| Ing. Pablo Montalvo Jaramillo DIRECTOR | | | |
| Ing. Marco Santillán Gallegos ASESOR | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. José Granizo

PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

DERECHOS DE AUTORIA

El Trabajo de Titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los Autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

RUIZ ARIAS CRISTIAN OSWALDO

SALAO BRAVO JORGE LUIS

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Ruiz Arias Cristian Oswaldo y Salao Bravo Jorge Luis, declaramos que el presente Trabajo de Titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación.

RUIZ ARIAS CRSTIAN OSWALDO

Cédula de Identidad: 060413443-7

SALAO BRAVO JORGE LUIS

Cédula de Identidad: 060383394-8

DEDICATORIA

A mis padres: Mario Ruiz Murillo y Elena Arias Merchán, gracias por su apoyo incondicional brindado hasta el final de mi carrera. A mi hermana Teresa Ruiz por el apoyo constante demostrado a lo largo de mi camino estudiantil.

A mis tías, tíos, primas y primos gracias por su apoyo brindado hasta la culminación de mi carrera que es mi pilar fundamental para vencer todas las barreras que se me presentaron y finalizar con éxitos todas mis metas planteadas.

Cristian Oswaldo Ruiz Arias

Con alegría y entusiasmo dedico este trabajo de titulación a mi Familia en especial a mis padres: Juan Bernardo Salao y Sara Leonor Saguay por el apoyo económico y moral brindado durante mi carrera estudiantil, a mis hermanos y hermanas por los consejos y palabras de aliento para seguir adelante, y a todos mis amigos y compañeros de clase gracias por todos los momentos malos y buenos vividos.

Jorge Luis Salao Bravo

AGRADECIMIENTO

En especial agradezco a mis padres y hermanas por ser el pilar fundamental para poder salir adelante ante cualquier adversidad que se me presente

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la prestigiosa Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser persona útil a la sociedad.

Cristian Oswaldo Ruiz Arias

Agradezco a Dios por darme la vida, a mis padres y amigos, también a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a la carrera de Ingeniería de mantenimiento y a todos los docentes que semestre tras semestre nos impartieron sus conocimientos, en especial al Ingeniero Ángel Silva, Ingeniero Marco Santillán y al Ingeniero Pablo Montalvo por toda la ayuda brindada durante el desarrollo del trabajo de titulación

Jorge Luis Salao Bravo

CONTENIDO

Pág.

| | | |
|-----------|---|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | |
| 1.1 | Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 | Justificación | 2 |
| 1.3 | Objetivos..... | 3 |
| 1.3.1 | <i>Objetivo general</i> | 3 |
| 1.3.2 | <i>Objetivos específicos:</i> | 3 |
| 2. | MARCO TEÓRICO | |
| 2.1 | Robot | 4 |
| 2.2 | Robot industrial. | 4 |
| 2.2.1 | <i>Robot Industrial serie R</i> | 4 |
| 2.3 | Robot industrial KAWASAKI RS03N..... | 4 |
| 2.3.1 | <i>Características del Robot Industrial RS03N.</i> | 5 |
| 2.3.1.1 | <i>Alta velocidad de operación.</i> | 5 |
| 2.3.1.2 | <i>Alta torsión.</i> | 5 |
| 2.3.1.3 | <i>Amplia gama de trabajo.</i> | 6 |
| 2.3.1.4 | <i>Protección del Medio Ambiente.</i> | 6 |
| 2.3.1.5 | <i>Características integradas</i> | 6 |
| 2.3.1.6 | <i>Aplicaciones</i> | 6 |
| 2.3.2 | <i>Controlador E70 y sus características.</i> | 7 |
| 2.4 | Controlador lógico programable (PLC)..... | 9 |
| 2.4.1 | <i>Aplicaciones fundamentales de los PLCs.</i> | 9 |
| 2.5 | PLC SIMATIC S7-1500..... | 10 |
| 2.5.1 | <i>Las nuevas características de rendimiento.</i> | 11 |
| 2.5.2 | <i>Campo de aplicación.</i> | 11 |
| 2.5.3 | <i>Configuración e instalación.</i> | 11 |
| 2.5.4 | <i>Estructura del SIMATIC S7-1500</i> | 11 |
| 2.5.4.1 | <i>Fuente de alimentación del sistema</i> | 12 |
| 2.5.4.2 | <i>Unidad de procesamiento central (CPU).</i> | 12 |
| 2.5.4.3 | <i>Módulos de interfaces de entradas/salidas (E/S)..</i> | 13 |
| 2.5.4.4 | <i>Conector frontal.</i> | 13 |
| 2.5.4.5 | <i>Memory card SIMATIC.</i> | 14 |
| 2.6 | Software SIMATIC STEP 7 | 14 |
| 2.7 | TÍA PORTAL. | 15 |
| 2.7.1 | <i>Tareas del TIA Portal le ayuda a crear una solución de automatización.</i> | 15 |
| 2.7.2 | <i>Ventajas El TIA Portal ofrece las siguientes ventajas:</i> | 16 |
| 2.7.3 | <i>Los proyectos de automatización del TIA Portal.</i> | 16 |
| 2.7.3.1 | <i>Vista del portal.</i> | 16 |
| 2.7.3.2 | <i>Vista del proyecto.</i> | 17 |
| 2.7.4 | <i>Lenguaje de programación STEP 7 TIA PORTAL.</i> | 18 |
| 2.7.4.1 | <i>Lenguaje de programación KOP (Esquema de contactos).</i> | 19 |
| 2.7.4.2 | <i>Lenguaje de programación FUT</i> | 19 |
| 2.8 | Pantallas HMI. | 20 |
| 2.8.1 | <i>Software HMI.</i> | 20 |
| 2.8.2 | <i>Paneles HMI Basic.</i> | 21 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.9 | Elementos de detección sensores..... | 22 |
| 2.9.1 | <i>Sensor inductivo.</i> | 22 |
| 3. | DISEÑO, REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN, MONTAJE DE LOS ELEMENTOS Y PROGRAMACIÓN. | |
| 3.1 | Diseño. | 23 |
| 3.1.1 | <i>Vista frontal robot industrial en Solid Works.</i> | 23 |
| 3.1.2 | <i>Vista frontal tablero de control en Solid Works.</i> | 23 |
| 3.1.3 | <i>Vista frontal cinta transportadora en Solid Works.</i> | 24 |
| 3.1.4 | <i>Vista frontal plataforma de almacenamiento en Solid Works.</i> | 24 |
| 3.1.5 | <i>Vista frontal de la estación de almacenamiento terminada en Solid Works.</i> ... | 24 |
| 3.2 | Requerimientos para la implementación. | 25 |
| 3.2.1 | <i>Componentes para la implementación.</i> | 25 |
| 3.2.2 | <i>Descripción general de componentes.</i> | 25 |
| 3.2.2.1 | <i>Robot Industrial.</i> | 25 |
| 3.2.2.2 | <i>Cinta Transportadora.</i> | 25 |
| 3.2.2.3 | <i>Estación Final o Plataforma de Almacenamiento.</i> | 25 |
| 3.2.2.4 | <i>Tablero de Control.</i> | 25 |
| 3.3 | Equipos, elementos y componentes para realizar la implementación. | 26 |
| 3.4 | Criterio para la selección de los equipos, elementos y componentes a implementar. | 28 |
| 3.4.1 | <i>PLC SIMATIC 1500.</i> | 28 |
| 3.4.2 | <i>PLC SIMATIC S7-1200 serie 1214C AC/DC/RLY.</i> | 29 |
| 3.4.3 | <i>Variador de frecuencia G110.</i> | 30 |
| 3.4.4 | <i>Compact Switch Module CSM 1277.</i> | 30 |
| 3.4.5 | <i>Syslink.</i> | 31 |
| 3.4.6 | <i>Pantalla táctil.</i> | 32 |
| 3.4.7 | <i>Guarda motor.</i> | 32 |
| 3.4.8 | <i>Breakers.</i> | 33 |
| 3.4.9 | <i>Signal Board SB 1232.</i> | 33 |
| 3.4.10 | <i>Cables de interface de comunicación DB 25.</i> | 34 |
| 3.4.11 | <i>Cable de comunicación industrial ETHERNET.</i> | 34 |
| 3.4.12 | <i>Electroválvula.</i> | 35 |
| 3.4.13 | <i>Software Tía Portal V13.</i> | 36 |
| 3.4.14 | <i>Motor reductor 1/4 HP.</i> | 36 |
| 3.5 | Montaje de los equipos, elementos y componentes a implementar..... | 37 |
| 3.5.1 | <i>Montaje y desmontaje PLC 1500.</i> | 37 |
| 3.5.1.1 | <i>Montaje:</i> | 37 |
| 3.5.1.2 | <i>Desmontaje:</i> | 38 |
| 3.5.2 | <i>Montaje y desmontaje PLC 1200.</i> | 38 |
| 3.5.2.1 | <i>Montaje:</i> | 38 |
| 3.5.2.2 | <i>Desmontaje:</i> | 39 |
| 3.5.3 | <i>Montaje y desmontaje Signal Board SB 1232.</i> | 40 |
| 3.5.3.1 | <i>Montaje:</i> | 40 |
| 3.5.3.2 | <i>Desmontaje:</i> | 40 |
| 3.5.4 | <i>Montaje y desmontaje de Compact Switch Module.</i> | 41 |
| 3.5.4.1 | <i>Montaje:</i> | 41 |
| 3.5.4.2 | <i>Desmontaje.</i> | 42 |
| 3.5.4.3 | <i>Enchufar el IE FC RJ45 Plug 180.</i> | 42 |
| 3.5.5 | <i>Montaje pantalla KTP 600.</i> | 43 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 3.5.5.1 | <i>Montaje.</i> | 43 |
| 3.5.5.2 | <i>Cableado de la Pantalla HMI.</i> | 43 |
| 3.5.6 | <i>Montaje de los elementos de protección.</i> | 45 |
| 3.5.7 | <i>Montaje de la rampa y sensores.</i> | 45 |
| 3.5.8 | <i>Montaje de las electroválvulas y cilindros neumáticos.</i> | 46 |
| 3.5.9 | <i>Montaje y Construcción de las tarjetas Syslink.</i> | 47 |
| 3.6 | <i>Programación y comunicación de la estación de almacenamiento.</i> | 49 |
| 3.6.1 | <i>Creación del nuevo proyecto para realizar la programación.</i> | 49 |
| 3.6.2 | <i>Se selecciona configuración del dispositivo para agregar los equipos..</i> | 49 |
| 3.6.3 | <i>Insertar los módulos de comunicación.</i> | 50 |
| 3.6.4 | <i>Insertar una pantalla HMI KTP600 Basic.</i> | 51 |
| 3.6.5 | <i>Programación de los equipos.</i> | 52 |
| 3.6.5.1 | <i>Programación del equipo PLC S7-1500.</i> | 52 |
| 3.6.6 | <i>Programación PLC S7-1200.</i> | 58 |
| 3.6.7 | <i>Programación pantalla HMI.</i> | 60 |
| 3.6.7.1 | <i>Presentación de la pantalla.</i> | 60 |
| 3.6.7.2 | <i>Interfaz inicio del proceso de almacenamiento.</i> | 61 |
| 3.6.7.3 | <i>Interfaz de control manual.</i> | 61 |
| 3.6.7.4 | <i>Interfaz de control automático.</i> | 62 |
| 3.7 | <i>Programación robot industrial mediante el teach pendant.</i> | 62 |
| 4. | MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS | |
| 4.1 | <i>Manual de operación de los equipos.</i> | 64 |
| 4.1.1 | <i>Inicialización de la estación de almacenamiento.</i> | 64 |
| 4.1.1.1 | <i>Verificaciones mecánicas.</i> | 64 |
| 4.1.1.2 | <i>Verificaciones eléctricas.</i> | 64 |
| 4.1.1.3 | <i>Verificaciones neumáticas.</i> | 65 |
| 4.1.1.4 | <i>Operación de la estación en forma manual.</i> | 66 |
| 4.1.1.5 | <i>Operación de la estación en forma automática.</i> | 67 |
| 4.2 | <i>Elaboración del plan de mantenimiento de los equipos que conforman la estación de almacenamiento</i> | 69 |
| 4.2.1 | <i>Sistema de codificación para los equipos.</i> | 69 |
| 4.2.2 | <i>Banco de Tareas.</i> | 70 |
| 4.2.3 | <i>Elaboración de una agenda de actividades de mantenimiento preventivo.</i> | 71 |
| 4.2.4 | <i>Elaboración de un plan de mantenimiento completo para la estación de almacenamiento.</i> | 71 |
| 4.3 | <i>Realización de manual de seguridad de los equipos de la estación de almacenamiento.</i> | 71 |
| 4.3.1 | <i>Identificación de Puntos Críticos.</i> | 71 |
| 5. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | |
| 5.1 | <i>Conclusiones.</i> | 72 |
| 5.2 | <i>Recomendaciones.</i> | 73 |

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|--|------|
| 1 Especificaciones Kawasaki RSN03..... | 7 |
| 2 Pantallas Siemens | 21 |
| 3 Equipos, elementos y componentes a Implementar | 27 |
| 4 Características CPU..... | 28 |
| 5 Características entradas y salidas digitales..... | 28 |
| 6 Características fuente de alimentación | 29 |
| 7 Características PLC 1200 | 29 |
| 8 Características Variador | 30 |
| 9 Características Compact Switch..... | 31 |
| 10 Características Syslink | 31 |
| 11 Características Pantalla..... | 32 |
| 12 Características guarda motor | 33 |
| 13 Características Breakers | 33 |
| 14 Características Signal Board | 34 |
| 15 Características Cable DB 25..... | 34 |
| 16 Características Cable Ethernet..... | 35 |
| 17 Características Electroválvula | 35 |
| 18 Características Tía portal V 13 | 36 |
| 19 Características motor reductor..... | 36 |
| 20 Cableado pantalla HMI | 44 |
| 21 Codificación de equipos | 69 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| 1 Robot Kawasaki | 5 |
| 2 Controlador E70 | 7 |
| 3 Teach Pendant | 8 |
| 4 Uso del PLC | 9 |
| 5 SIMATIC S7-1500 | 10 |
| 6 Comunicación Tía Portal | 15 |
| 7 Vista del Portal | 17 |
| 8 Vista del Proyecto | 18 |
| 9 Lenguaje KOP | 19 |
| 10 Programación FUP | 19 |
| 11 Componentes del sensor | 22 |
| 12 Sensor Inductivo | 22 |
| 13 Vista frontal robot industrial en solid Works | 23 |
| 14 Vista frontal tablero de control | 23 |
| 15 Vista frontal cinta transportadora | 24 |
| 16 Vista frontal plataforma de almacenamiento | 24 |
| 17 Vista frontal estación de almacenamiento | 24 |
| 18 PLC S7-1500 | 28 |
| 19 PLC S7-1200 | 29 |
| 20 Variador de frecuencia | 30 |
| 21 Compact Switch CSM 1277 | 30 |
| 22 Syslink | 31 |
| 23 Pantalla táctil KTP 600 | 32 |
| 24 Guardamotor | 32 |
| 25 Breakers | 33 |
| 26 Signal Board SB 1232 | 33 |
| 27 Cable de comunicación DB-25 | 34 |
| 28 Cable Ethernet | 35 |
| 29 Electroválvula | 35 |
| 30 Motor reductor | 36 |
| 31 Medidas montaje | 37 |
| 32 Montaje PLC 1500 | 38 |
| 33 Desmontaje PLC 1500 | 38 |
| 34 Montaje PLC 1200 | 39 |
| 35 Desmontaje PLC 1200 | 40 |
| 36 Montaje Signal Board | 40 |
| 37 Desmontaje Signal Board | 41 |
| 38 Montaje compact switch | 41 |
| 39 Desmontaje compact switch | 42 |

| | | |
|----|--|----|
| 40 | IE FC RJ45 Plug 180..... | 42 |
| 41 | Montaje pantalla KTP 600 | 43 |
| 42 | Montaje elementos de protección | 45 |
| 43 | Montaje rampa..... | 45 |
| 44 | Montaje electroválvulas | 46 |
| 45 | Cilindros montados..... | 47 |
| 46 | Syslink tablero..... | 48 |
| 47 | Syslink elementos..... | 48 |
| 48 | Creación del nuevo proyecto | 49 |
| 49 | Configuración de dispositivos | 50 |
| 50 | Módulo de comunicación PLC 1500..... | 50 |
| 51 | Módulo de comunicación PLC 1200..... | 50 |
| 52 | Selección pantalla..... | 51 |
| 53 | Registro de pantalla | 51 |
| 54 | Programación Inicio manual automático..... | 52 |
| 55 | Programación línea 5..... | 53 |
| 56 | Programación línea 4..... | 53 |
| 57 | Programación línea 6..... | 54 |
| 58 | Programación línea 7..... | 54 |
| 59 | Programación línea 8..... | 55 |
| 60 | Programación línea 9..... | 55 |
| 61 | Programación línea 10..... | 56 |
| 62 | Programación línea 11 | 56 |
| 63 | Programación línea 12..... | 56 |
| 64 | Programación línea 13..... | 57 |
| 65 | Programación línea 14..... | 57 |
| 66 | Programación línea 15..... | 58 |
| 67 | Programación línea 16..... | 58 |
| 68 | Programación segmento 1 PLC 1200 | 58 |
| 69 | Demostración de las variables | 59 |
| 70 | Programación segmento 2 | 59 |
| 71 | Presentación pantalla..... | 60 |
| 72 | Inicio del proceso | 61 |
| 73 | Inicio manual..... | 61 |
| 74 | Inicio manual..... | 62 |
| 75 | Inicio manual automático | 62 |
| 76 | Modo aprendizaje | 63 |
| 77 | Inicio programación | 63 |
| 78 | Programación movimientos robot | 63 |
| 79 | Inicio del proceso desde la pantalla..... | 66 |
| 80 | Operación de forma manual | 66 |
| 81 | Inicio y paro banda | 67 |
| 82 | Inicio robot | 67 |
| 83 | Inicio de cilindros | 67 |

| | | |
|----|-------------------------------------|----|
| 84 | Regreso de la pantalla..... | 67 |
| 85 | Pantalla forma automática | 68 |
| 86 | Operación de forma automática | 68 |
| 87 | Regreso inicio..... | 68 |
| 88 | Codificación de equipos | 69 |

LISTA DE ABREVIACIONES

| | |
|-----|---------------------------------|
| PLC | Controlador lógico programable |
| CPU | Unidad central de procesamiento |
| ROM | Memoria de sólo lectura |
| RAM | Memoria de acceso aleatorio |
| KTP | Panel de Teclas Táctiles |
| Mb | Mega bytes |
| HMI | Interface hombre máquina |
| I | Entradas digitales |
| Q | Salidas digitales |
| AI | Entradas analógicas |
| AQ | Salidas analógicas |

LISTA DE ANEXOS

- A** Tabla de variables de programación
- B** Banco de tareas
- C** Técnicas de seguridad
- D** Agenda de mantenimiento
- E** Plan de mantenimiento
- F** Guías de laboratorios

RESUMEN

Se implementó una estación de almacenamiento con robot industrial en el laboratorio de Automatización de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, la misma que será utilizada por los estudiantes en prácticas de laboratorio para un mayor beneficio académico debido a que complementa los conocimientos teóricos con los prácticos logrando así tener ideas más amplias de lo que son los procesos en las industrias modernas. Para conseguir la implementación se seleccionó dispositivos, elementos y equipos entre los que destacan electroválvulas, cilindros, motor reductor, sistema cadena-catalina, los cuales serán operados de forma manual o automática desde la pantalla táctil KTP 600. En la operación de forma manual los PLCs S7-1200 y S7-1500 con la programación realizada en el Tía Portal V13 y la ayuda de los demás componentes trasladaran individualmente cada una de las tres piezas por medio del palet desde la estación inicial hasta la rampa, donde serán recogidas por el robot industrial RS03N programado con el Teach Pendant para ubicarlos en cada uno de los tres niveles de la estación final, mientras que en la operación de forma automática para ponerlo en marcha debemos presionar el botón inicio de la pantalla táctil y el funcionamiento será el mismo al proceso descrito anteriormente. Para garantizar el funcionamiento se realizaron las respectivas pruebas que junto a la elaboración de un plan de mantenimiento, banco de tareas, técnicas de seguridad validan la correcta operación de todos los componentes de la estación de almacenamiento. En el uso de la estación de almacenamiento se recomienda seguir responsablemente con el plan de mantenimiento y todas las consideraciones antes durante y después del funcionamiento y así evitar cualquier tipo de problemas con los operarios o componentes.

PALABRAS CLAVES: <ROBOT INDUSTRIAL RS03N>, <TIA PORTAL V13 (SOFTWARE)>, <TEACH PENDANT>, <CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC)>, <MOTOR REDUCTOR>, <RAMPA>, < PANTALLA TACTIL HMI KTP 600>, <SISTEMA CADENA CATALINA>.

ABSTRACT

A storage station with industrial robot was implemented in the automation laboratory of the Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, the same one that will be used by the students in laboratory practices for a greater academic benefit because it complements the knowledge Theorists with the practitioners thus managing to have broader ideas than are the processes in modern industries. In order to achieve implementation, we selected devices, elements and equipment, among which are electrovalves, motor reduction cylinders, chain-catalina system, which will be operated manually or automatically from the KTP 600 touch screen. In the manual operation of the PLCs S7-1200 and S7-1500 with the programming performed on the A3 Portal V13 and the help of the other components individually transfer each of the three pieces by means of the pallet from the initial station to the ramp, where they will be collected by the industrial robot RS03N Programmed with the Teach Pendant to locate them in each of the three levels of the final station, while in the operation automatically to start if we must press the start button of the touch screen and the operation be the same to the process described above. In order to guarantee the operation, the respective test were carried out, which together with the elaboration of a maintenance plan, bank of task, safety techniques validate the correct operation of storage it is recommended to follow responsibly with the maintenance plan and all the considerations before during and after of operation and thus avoid any type of problems with the operators or components.

KEYWORDS: INDUSTRIAL ROBOT, T13 PORTAL, SOFTWARE, TEACH PENDANT, PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER, PLC, REDUCING MOTOR, RAMP, TOUCH SCREEN HMIKTP 600, CATALINA CHAIN SYSTEM

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Fue a finales del siglo XIX a la par de la revolución industrial y la aparición de las primeras máquinas que se origina la automatización al inicio únicamente con elementos electromagnéticos y mecánicos de tamaño relativamente pequeños, posteriormente se utilizaron relés, contadores, temporizadores entre otros.

Actualmente las industrias están constantemente enfocadas en conseguir un crecimiento en todas sus áreas, por lo cual buscan modernizar continuamente los procesos, la implementación tecnológica de nuevos equipos es de mucha importancia especialmente en la automatización por lo que nos obligan a estar actualizados con los últimos avances tecnológicos y adquirir cada día nuevos conocimientos. Por esta razón se desea mejorar el laboratorio de automatización de la Facultad de Mecánica con equipos similares a los que se encuentra en la industria simulando a pequeña escala procesos industriales, los cuales nos sirvan para mejorar la formación académica del estudiante.

La relevancia de la automatización en la industria va de la mano con los beneficios que ésta brinda a las empresas, la utilización de un robot en reemplazo de operarios se ha convertido en tendencia a nivel mundial ya sea para aumentar la velocidad de producción, mejorar la calidad, o un adecuado almacenaje de los productos, todo esto debido al mejor desempeño laboral de un robot con respecto a los seres humanos ya que pueden trabajar por varias horas sin parar, garantizando confiabilidad, seguridad y eficacia.

La presente implementación en el laboratorio de automatización tiene como objetivo que los estudiantes realicen prácticas y las puedan relacionar con procesos reales existentes en la industria actual de una forma confiable y segura permitiendo así que se familiaricen con la nueva tecnología y que adquieran un aprendizaje adecuado para afrontar los retos de la vida profesional en cualquier área dentro de una empresa.

1.2 Justificación

La Facultad de Mecánica desde su creación el 3 de abril de 1973, no contaba con la infraestructura adecuada y se hacía mayor énfasis a la enseñanza teórica más que a la práctica por lo que existía carencia en el nivel académico de los estudiantes. Actualmente el laboratorio de automatización cuenta con módulos y equipos adquiridos por autogestión y tesis realizadas por los estudiantes las mismas que debido al desarrollo de nuevas tecnologías especialmente en el campo industrial deben ser obligatoriamente actualizados mediante la adquisición de nuevos equipos.

Por esta razón se pretende implementar una estación de almacenamiento en el laboratorio de automatización donde resalta la utilización del robot industrial RS03N existente en el laboratorio y la adquisición de un equipo de última tecnología en automatización como es el PLC S7 1500 que permitirá brindar a los estudiantes una mejor formación académica y por ende una preparación sobresaliente para desenvolverse en el campo profesional.

Se utilizará además elementos como electroválvulas, cilindros sensores, moto reductor, un sistema cadena-catalina piezas de aluminio, tablero de control que en conjunto realizaran el proceso completo para la simulación de un proceso industrial que tiene como punto de partida la estación inicial cargada con tres piezas, que después por medio de cilindros es llevada hacia los palet que transportaran individualmente cada una de las piezas hacia la rampa, para que se deslicen por la misma y finalmente ser recogidas y ubicadas por el robot industrial en la estación final o plataforma de almacenamiento, obteniendo así la simulación real del proceso.

La estación de almacenamiento será de gran aporte para la Facultad de Mecánica en especial para los estudiantes ya que ayudará de forma efectiva al aprendizaje, conocimiento y destreza en las prácticas.

1.3 Objetivos

1.3.1*Objetivo general.* Implementar una estación de almacenamiento con robot industrial en el Laboratorio de Automatización de la Facultad de Mecánica.

1.3.2*Objetivos específicos:*

Seleccionar los componentes necesarios para implementar la estación de almacenamiento con robot industrial.

Programar los Controladores Lógicos Programables S7-1500 y S7-1200 mediante el Software STEP 7 Profesional TIA Portal V13 para ejecutar correctamente las condiciones de operación.

Programar el Robot Industrial RS03N mediante el Teach Pendant para comandar el traslado y ubicación de piezas en la estación de almacenamiento.

Elaborar un manual de seguridad, operación y mantenimiento preventivo de todos los componentes físicos del equipo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Robot

Manipulador automático servo-controlado, reprogramable, polivalente, capaz de posicionar y orientar piezas, útiles o dispositivos especiales, siguiendo trayectoria variables reprogramables, para la ejecución de tareas variadas. Normalmente tiene la forma de uno o varios brazos terminados en una muñeca. Su unidad de control incluye un dispositivo de memoria y ocasionalmente de percepción del entorno. Normalmente su uso es el de realizar una tarea de manera cíclica, pudiéndose adaptar a otra sin cambios permanentes en su material.

2.2 Robot Industrial.

Máquina de manipulación automática, reprogramable y multifuncional con tres o más ejes que pueden posicionar y orientar materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales para la ejecución de trabajos diversos en las diferentes etapas de la producción industrial, ya sea en una posición fija o en movimiento la cual nos permitirá manipular de forma industrial un determinado proceso.

2.2.1 Robot Industrial serie R. Los robots de la serie R están marcando el punto de referencia para todos los pequeños robots industriales de mediano servicio. El diseño compacto junto con la velocidad, alcance y rango de trabajo lo ha convertido en líder en la industria haciéndolo ideal para una amplia gama de aplicaciones en las diversas industrias. (RS03N, 2015)

2.3 Robot Industrial Kawasaki RS03N

Es un robot articulado que posee alta velocidad de operación con movimientos rotacionales y angulares además posee el movimiento de interpolación lineal que significa que debe mover dos o tres articulaciones al mismo tiempo la cual es muy importante para la manipulación del robot y control del mismo.

Es un robot muy completo y funcional, posee 6 ejes con sus respectivos frenos y llega a pesar sólo 20 kg, incorpora líneas neumáticas internas, y su tamaño compacto permite que sea montado directamente en una parte superior de la máquina o de la mesa. (RS03N, 2015)

Figura 1. Robot Kawasaki



Fuente: (RS03N, 2015)

Tiene un amplio rango de trabajo y gran agilidad de movimientos y brinda además facilidad para ahorrar espacio y es de muy fácil mantenimiento (NULLE, 2015)

2.4 Características del Robot Industrial RS03N.

2.4.1.1 Alta velocidad de operación. El peso ligero del brazo, motores de alta revolución lo hacen líder en la industria. La tasa de aceleración se ajusta automáticamente para adaptarse a la carga útil y la postura del robot para ofrecer un rendimiento óptimo y los ciclos de tiempo más cortos. (RS03N, 2015)

2.4.1.2 Alta torsión. Los motores de alta potencia combinado con una construcción de brazo rígido proporcionan un torque de la capacidad de carga. Este alto torque permite a los diseñadores de sistemas elegir entre una amplia gama de herramientas, y les proporciona más flexibilidad cuando trabajan con piezas complejas. (RS03N, 2015)

2.4.1.3 *Amplia gama de trabajo.* Posee gran alcance de la carga útil, tiene un rango de rotación de los ejes mayor en comparación con las otras series. Los movimientos extendidos que posee el robot significan una mayor área de trabajo utilizable con un mínimo de espacio muerto, lo que equivale a mayor flexibilidad. (RS03N, 2015)

2.4.1.4 *Protección del Medio Ambiente.* Incorpora una construcción de doble sello en todos los ejes y las conexiones eléctricas resistentes al agua, además una clasificación IP67 para la muñeca e IP65 para los ejes restantes. Y en el caso que se requiera un brazo de lavado, todo el robot se puede proporcionar como IP67. (RS03N, 2015)

2.4.1.5 *Características integradas.* Incorpora líneas neumáticas y cableado interno de los sensores y válvulas solenoides que son estándares. Ranuras y llaves están disponibles para permitir la fácil instalación de cableado adicional en la tubería o equipo. (RS03N, 2015)

2.4.1.6 *Aplicaciones.*

- Estación de Almacenamiento
- Ensamblaje
- Dispensas
- Inspección
- Máquina herramienta
- Manejo de materiales
- La eliminación de materiales
- Soldadura
- Control de calidad
- Etiquetado
- Manejo de materiales peligrosos

Tabla 1. Especificaciones Kawasaki RSN03

| Especificaciones Principales RSN03 | |
|---|-------------------------------------|
| Tipo | Articulado |
| Carga Útil | 3kg |
| Alcance Lateral | 620mm |
| Alcance Vertical | 967mm |
| Repetibilidad | +0.02 hasta -0.02mm |
| Máxima velocidad | 6 m/s |
| Grados de libertad | 6 ejes |
| Motor | Servomotor sin escobillas |
| Frenos | Todos los ejes |
| Final de carrera | Ajustable tope mecánico JT1 |
| Masa | 20 kg |
| Temperatura | 0 – 45° C |
| Vibración | Menor a 0.5G |
| Instalación | Suelo, techo |
| Conexión Ethernet | Estándar |
| Lenguaje de Programación | AS y bloques funcionales |
| Comunicación con hardware externo | Conector D-Sub 25-pines |
| Conexión de componentes de seguridad industrial | Entrada D-Sub 9-pines |
| Conexión | 230V; 50/60 Hz; 1,5 kVA, monofásica |
| Memoria de trabajo | 1 MB (útil para aprox. 5.000 pasos) |
| Señales de entrada/salida | 32/32 |

Fuente: (RS03N, 2015)

2.4.2 Controlador E70 y sus características.

Figura 2. Controlador E70



Fuente: (RS03N, 2015)

Posee varias características de funcionamiento entre las que destaca la opción para operar el robot de forma manual y de forma automática mediante la ubicación de la llave de control ubicada en la parte delantera del controlador. (RS03N, 2015)

Tiene un conjunto de funciones de programación estandarizados para soportar una amplia gama de aplicaciones. Las funciones pueden ser combinadas y fácilmente configuradas dentro de un sistema para adaptarlo a una aplicación. Además el lenguaje de programación provee de movimientos al robot Kawasaki de forma secuencial.

La capacidad mejorada del controlador permite una mayor precisión, del control de trayectoria, la carga, ejecución y almacenamiento de archivos de los programas son más rápido debido a que la memoria ha sido ampliada. (RS03N, 2015)

El mantenimiento es sencillo ya que posee una serie de funciones incluyendo un autodiagnóstico sobre los errores de hardware y aplicaciones para maximizar la solución de problemas y reducir el tiempo de reparación. El diagnóstico remoto a través del servidor web puede funcionar desde cualquier parte del mundo. (RS03N, 2015)

2.3.6 *Teach Pendant.*

Figura 3. Teach Pendant



Fuente: (RS03N, 2015)

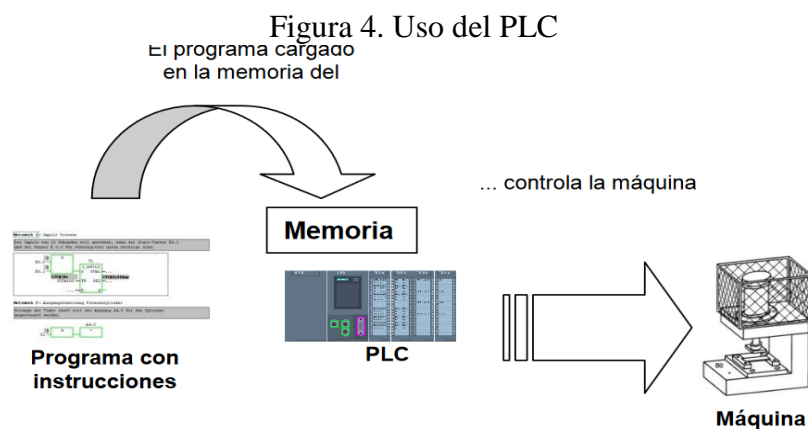
Es un monitor de colores de 6.5 pulgadas con panel táctil que consta de 58 teclas de mando. Es muy fácil de manipular el operario puede desde habilitar la potencia de los motores del robot hasta activar el ciclo de marcha desde la consola con la pantalla de fácil navegación. Posee además la característica que puede mostrar hasta dos pantallas de forma simultánea en el monitor lo que provee acceso a la vez a diferentes tipos de

información como puede ser posición y señales (RS03N, 2015)

2.5 Controlador lógico programable (PLC).

PLC es la abreviatura de Programmable Logical Controller (Controlador Lógico (Autómata Programable)). Se trata de un equipo que puede llegar a controlar un proceso, esto ocurre según las instrucciones de un programa que se encuentra en una memoria del equipo.

El PLC controla el proceso accionando los llamados actuadores de las conexiones denominadas salidas (Q) del PLC con una tensión de mando. (SIEMENS, 2016)



Fuente: (SIEMENS, 2016)

Es un dispositivo electrónico el cual puede llegar a ser programado por el usuario, es muy utilizado en la industria actual para resolver problemas de secuencias en la máquina o procesos deseados, llegando a ahorrar costos en mantenimiento y aumentando la confiabilidad de los equipos en general. (SIEMENS, 2016)

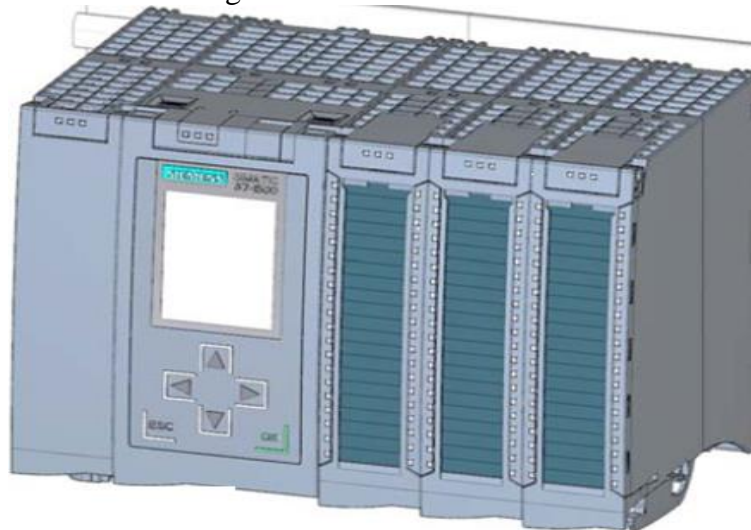
Aplicaciones fundamentales de los PLCs. El PLC por sus especiales características de diseño tiene un amplio campo de aplicación. Donde la avanzada evolución del hardware y software mejorando continuamente las características para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones, etc. Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la

modificación o alteración de los mismos lo han convertido en referente en las industrias a nivel mundial. (SIEMENS, 2016)

2.6 PLC SIMATIC S7-1500.

SIMATIC S7-1500 está diseñado especialmente para permitir su uso al máximo. Gracias a las numerosas innovaciones que posee como son la instalación, conexión y puesta en marcha del controlador los cuales son más rápidas y sencillos. Donde la integración perfecta en el TIA Portal facilita como nunca los proyectos y tareas de ingeniería, sacando partido a sus nuevas funciones. (SiemensS7-1500, 2016)

Figura 5. SIMATIC S7-1500



Fuente: (SIMATIC_Siemens1500, 2015)

Presenta un concepto de manejo uniforme que facilita la recepción de datos de manera coherente. Con un rendimiento de sistema sin igual y con PROFINET como interfaz estándar, SIMATIC S7-1500 es el nuevo referente en productividad. La reducción de tiempos de respuesta incrementan la productividad y permiten alcanzar la máxima flexibilidad, haciendo que los tiempos requeridos sean muchos más cortos y en consecuencia, un retorno de la inversión mucho más rápido. Su rendimiento es sobresaliente para unos tiempos de respuesta mínimos con el máximo control, la tecnología integra accionamientos mediante funciones de control de movimiento y unidad PROFI drive, también la seguridad Integrada maximiza la protección de la inversión y su diseño innovador y de fácil manejo para que el uso y la puesta en marcha sean sencillos y seguros, posee un diagnóstico del sistema integrado para una total transparencia del

estado de la instalación, generado automáticamente y con una visualización uniforme, TIA Portal para una máxima eficiencia de ingeniería que reduzca los costes de proyecto. (SiemensS7-1500, 2016)

2.6.1 *Las nuevas características de rendimiento.*

- Mayor rendimiento del sistema
- Funcionalidad Motion Control integrada
- PROFINET IO IRT
- Pantalla integrada para el manejo y diagnóstico a pie de máquina
- Innovaciones de lenguaje STEP 7 manteniendo las funciones probadas

2.6.2 *Campo de aplicación.* El sistema de automatización S7-1500 ofrece la flexibilidad y el rendimiento necesarios para el elevado ancho de banda de aplicaciones de control de la construcción de instalaciones y máquinas. La estructura permite adaptar el controlador a las exigencias a pie de proceso. El sistema de automatización S7-1500 está homologado para el tipo de protección IP20 y para el montaje en un armario eléctrico. (SIMATIC_Siemens1500, 2015)

2.6.3 *Configuración e instalación.* El sistema de automatización S7-1500 se monta en un perfil de soporte y puede estar compuesto de un máximo de 32 módulos. Los módulos se conectan entre sí mediante conectores U. (SIMATIC_Siemens1500, 2015)

2.6.4 *Estructura del SIMATIC S7-1500.* La estructura básica del hardware de un controlador lógico programable está constituido por:

- Fuente de alimentación.
- Unidad de procesamiento central (CPU).
- Módulos de interfaces de entradas/salidas (E/S).
- Conector frontal

- Memory card SIMATIC.

2.6.4.1 *Fuente de alimentación del sistema.* En el sistema de automatización S7-1500 se debe distinguir entre dos fuentes de alimentación diferentes:

Fuente de alimentación del sistema (PS) La fuente de alimentación del sistema, que se conecta al bus de fondo mediante un conector U, suministra únicamente la tensión de sistema necesaria internamente para el bus de fondo. Esta tensión del sistema alimenta partes de la electrónica del módulo y los LED. Una fuente de alimentación del sistema también puede alimentar CPU o módulos de interfaz no conectados a una fuente de alimentación de carga de 24 V DC.

Fuente de alimentación de carga (PM) La fuente de alimentación de carga alimenta los circuitos de entrada y salida de los módulos, y los sensores y los actuadores. También se requiere una fuente de alimentación de carga si se desea alimentar con 24 V DC la CPU y la fuente de alimentación del sistema. La alimentación de la CPU con 24 V DC es opcional si la tensión para el bus de fondo se suministra mediante una fuente de alimentación del sistema. Para el uso de fuentes de alimentación de carga recomendamos los dispositivos de la serie SIMATIC. Estos dispositivos se pueden montar en el perfil soporte. Las fuentes de alimentación de carga mencionadas a continuación han sido desarrolladas especialmente para el sistema de automatización S7-1500 con el mismo diseño. No es obligatorio usar una fuente de alimentación de carga, ya que también puede usarse alternativamente un módulo SITOP. (SIMATIC_Siemens1500, 2015)

- PS 25W 24V DC
- PS 60W 24/48/60V DC
- PS 60W 120/230V AC/DC

2.6.4.2 *Unidad de procesamiento central (CPU).* La CPU ejecuta el programa de usuario y, con la fuente de alimentación del sistema integrada, alimenta la electrónica de los módulos agregados a través del bus de fondo. Otras características y funciones de la CPU como se muestra a continuación las cuales son principales y elementales para ejecutar el programa del usuario específicamente.

- Comunicación Ethernet
- Comunicación vía PROFIBUS/PROFINET
- Comunicación HMI
- Servidor web integrado
- Tecnología integrada
- Diagnóstico de sistema integrado
- Seguridad integrada

Su misión es leer los estados de las señales de las entradas, ejecutar el programa de control y gobernar las salidas, el procesamiento es permanente y a gran velocidad. (SIMATIC_Siemens1500, 2015)

2.6.4.3 Módulos de interfaces de entradas/salidas (E/S). Los módulos de periferia constituyen la interfaz entre el controlador y el proceso. A través de los sensores y actuadores conectados, el controlador detecta el estado actual del proceso y dispara las reacciones correspondientes. Los módulos de periferia se clasifican en los siguientes tipos: (SIMATIC_Siemens1500, 2015).

- Entrada digital (DI)
- Salida digital (DQ)
- Entrada analógica (AI)
- Salida analógica (AQ)
- Módulo de comunicaciones (CM)

2.6.4.4 Conector frontal. El conector frontal sirve para cablear los módulos de periferia, el conector frontal para módulos tecnológicos y analógicos debe ampliarse con una abrazadera de pantalla, un elemento de alimentación y un clip de pantalla. Los componentes están incluidos en el volumen de suministro de los módulos tecnológicos y

analógicos y pueden pedirse como accesorios, el volumen de suministro del conector frontal incluye 4 puentes y una brida para cables. (SIMATIC_Siemens1500, 2015)

2.6.4.5 Memory card SIMATIC. El sistema de automatización S7-1500 utiliza como memoria de programa una tarjeta denominada SIMATIC Memory Card. La cual es una tarjeta de memoria pre formateada compatible con el sistema de archivos de Windows. La tarjeta de memoria está disponible con distintas capacidades de almacenamiento y puede usarse para los siguientes fines: (SIMATIC_Siemens1500, 2015)

- Soporte de datos transportable
- Tarjeta de programa
- Tarjeta de actualización de firmware

Para la escritura/lectura de la SIMATIC Memory Card con la PG o el PC se requiere un lector de tarjetas SD convencional. Así se puede por ejemplo copiar archivos con el explorador de Windows directamente a la SIMATIC Memory Card, La SIMATIC Memory Card es esencial para la operación de la CPU. (SIMATIC_Siemens1500, 2015)

2.7 Software SIMATIC STEP 7

SIMATIC, una de las gamas esenciales de Totally Integrated Automation, comprende un sin fin de productos estandarizados, flexibles y escalables como, por ejemplo SIMATIC STEP 7 que posee varias características.

SIMATIC es considerado en la actualidad el número uno mundial en el terreno de la automatización. Este hecho en parte también se debe a que SIMATIC ofrece las seis propiedades del sistema típicas de Totally Integrated Automation. (STEP7, 2016)

SIMATIC STEP 7 Basic ofrece las mismas ventajas que el STEP 7 profesional de software de ingeniería gracias a su integración en el sistema de ingeniería TIA Portal, por ejemplo, diagnósticos en línea directa, fácil creación de objetos tecnológicos y también el concepto de biblioteca para el ahorro de tiempo, trabajo y componentes de programación eficientes reutilización. (STEP7, 2016)

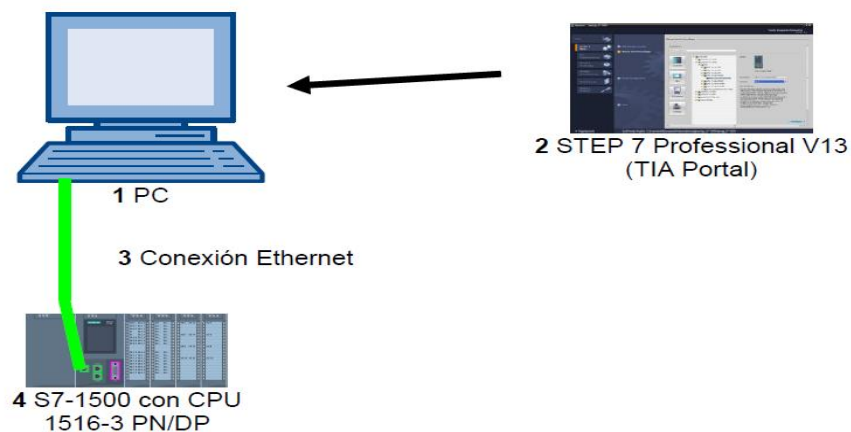
2.8 Tía Portal.

El Totally Integrated Automation (TIA Portal) integra diferentes productos SIMATIC en una aplicación de software que le permitirá aumentar la productividad y la eficiencia del proceso. Dentro del TIA Portal, los productos TIA interactúan entre sí, ofreciéndole soporte en todas las áreas implicadas en la creación de una solución de automatización.

Una solución de automatización típica abarca lo siguiente: (PORTAL, 2013)

- Un controlador que controla el proceso con la ayuda del programa.
- Un panel de operador con el que se maneja y visualiza el proceso.

Figura 6. Comunicación Tía Portal



Fuente: (SiemensS7_2012)

2.8.1 *Tareas del TIA Portal le ayuda a crear una solución de automatización.* Los principales pasos de configuración son:

- Creación del proyecto
- Configuración del hardware
- Conexión en red de los dispositivos
- Programación del controlador
- Configuración de la visualización

- Carga de los datos de configuración
- Uso de las funciones Online y diagnóstico (PORTAL, 2013)

2.8.2 *Ventajas El TIA Portal ofrece las siguientes ventajas:*

- Vistas del TIA Portal. *El software "Totally Integrated Automation Portal" para Gestión conjunta de los datos*
- Manejo unitario de los programas, los datos de configuración y los datos de visualización
- Fácil edición mediante Drag & Drop
- Comodidad de carga de los datos en los dispositivos
- Manejo unitario
- Configuración y diagnóstico asistidos por gráficos. (PORTAL, 2013)

2.8.3 Los proyectos de automatización del TIA Portal. ofrece dos distintas vistas la cuales nos permiten acceder rápidamente a las herramientas y a los distintos componentes del proyecto:

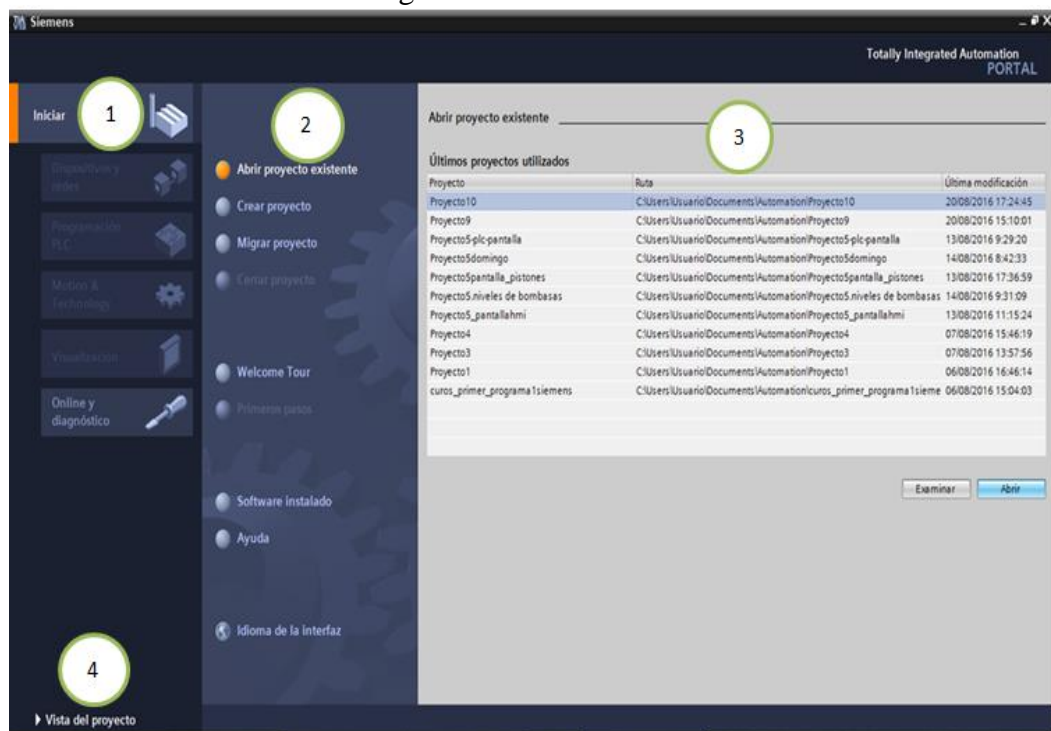
- Vista del portal: la vista del portal soporta la configuración orientada a las tareas.
- Vista del proyecto: la vista del proyecto soporta la configuración orientada a los objetos.

2.8.3.1 *Vista del portal.* La vista del portal ofrece una vista de las herramientas orientada a las tareas para procesar el proyecto. Esta vista permite decidir rápidamente qué hacer y seleccionar una herramienta para la tarea en cuestión. En caso necesario se cambia automáticamente a la vista del proyecto para realizar la tarea seleccionada. Esto puede facilitar, sobre todo, la iniciación y los primeros pasos. (SiemensS7_2012)

- Portales para las distintas tareas (1).

- Acciones del portal seleccionado (2).
- Ventana de selección de la acción escogida (3).
- Cambiar a la vista del proyecto (4).

Figura 7. Vista del Portal



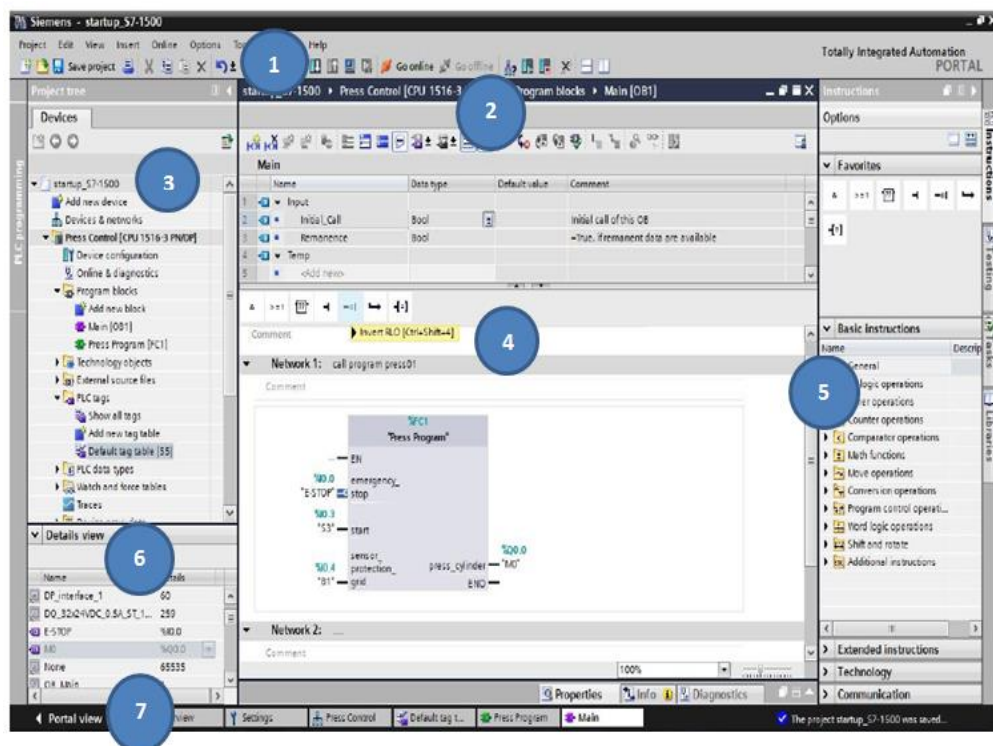
Fuente: (SiemensS7_2012)

2.8.3.2 *Vista del proyecto.* La vista del proyecto nos ofrece una vista estructurada de todos los componentes del proyecto. De manera predefinida, en la parte superior se encuentra la barra de menú con la barra de herramientas, a la izquierda la navegación del proyecto con todos los componentes de un proyecto, y a la derecha las llamadas "Task Cards", que incluyen p. ej. instrucciones y librerías, si se selecciona un elemento en la navegación del proyecto (por ejemplo, el bloque de organización OB1), éste se mostrará en la parte central, donde puede procesarse. (SiemensS7_2012)

- Barra de menú (1).
- Barra de herramientas (2).
- Árbol del proyecto (3).

- Área de trabajo (4).
- Task Cards (5).
- Vista detallada (6).
- Cambiar a la vista del portal (7).

Figura 8. Vista del Proyecto



Fuente: (SiemensS7_2012)

2.8.4 *Lenguaje de programación STEP 7 TIA PORTAL.* Dentro de la programación se maneja el lenguaje KOP y FUT conocidos como lenguajes gráficos de programación.

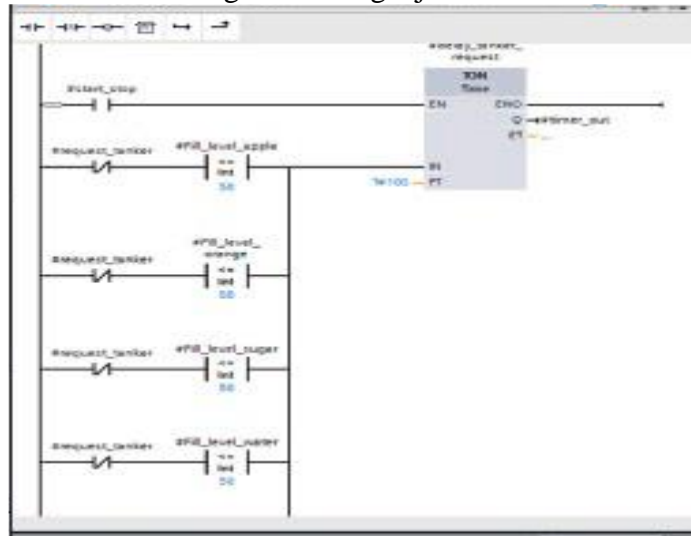
Tabla: Lenguajes de programación

| Lenguaje de programación | Destinatarios | Aplicación |
|--------------------------|---|---|
| KOP | Usuarios familiarizados con esquemas eléctricos | Programación de controles Combinacionales |
| FUT | Usuarios familiarizados con la simbología del Algebra de Bool | Programación de controles Combinacionales |

Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

2.8.4.1 *Lenguaje de programación KOP (Esquema de contactos).* La representación del lenguaje de programación gráfico KOP (esquema de contactos) es casi similar a la de los esquemas de circuitos. Los elementos de un esquema de circuitos, tales como los contactos normalmente cerrados y normalmente abiertos, se agrupan en segmentos. Uno o varios segmentos constituyen el área de instrucciones de un bloque lógico. (languageSimatec, 2014)

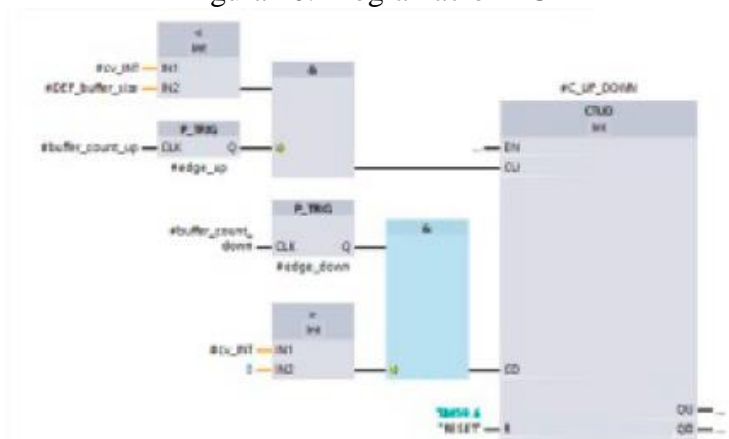
Figura 9. Lenguaje KOP



Fuente: (languageSimatec, 2014)

2.8.4.2 *Lenguaje de programación FUT.* El lenguaje de programación FUP (diagrama de funciones) utiliza los símbolos gráficos del Álgebra booleana para representar la lógica. También es posible representar en conexión directa con los cuadros lógicos funciones complejas, por ejemplo, funciones matemáticas. (MaserProgramación, 2012)

Figura 10. Programación FUP



Fuente: (MaserProgramación, 2012)

2.9 Pantallas HMI.

HMI significa “Human Machine Interface”, es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces piloto, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso que se lo va a realizar. (PantallasSiemens, 2014)

2.9.1 *Software HMI.* WinCC (TIA Portal) es el software para todas las aplicaciones HMI, desde soluciones de manejo sencillas con Basic Panels hasta visualizaciones de procesos en sistemas multipuesto basados en PC. (PantallasSiemens, 2014)





WinCC (TIA Portal) permite utilizar datos de configuración independientes del panel en diferentes sistemas de destino sin necesidad de conversión. La interfaz se adapta a las posibilidades funcionales del panel de destino. Los datos de proyecto comunes (categoría de aviso, textos del proyecto etc.) se administran de manera centralizada en el TIA Portal y pueden utilizarse en todos los paneles. Además, para las configuraciones HMI se dispone de un asistente en función del panel, que permite crear la estructura básica de la visualización de manera rápida y fácil. (PantallasSiemens, 2014)

- Creación de objetos gráficos interconectados usando la función “arrastrar y soltar”, por ejemplo variables para crear campos de entrada y salida con conexión al proceso
- Definición de plantillas de imágenes y funciones
- Sistema de niveles (máx. 32)
- Almacenamiento de todos los objetos de ingeniería, tanto predefinidos como de creación propia, en la librería, p. ej., de bloques, pero también de sinópticos completos o variables
- Los bloques para visualización pueden componerse de forma personalizada para un cliente o proyecto a partir de objetos gráficos simples.
- Estos bloques se pueden modificar de forma centralizada en su definición.

- Traslado completo de datos en caso de proyectos de WinCC flexible (PantallasSiemens, 2014)

2.9.2 *Paneles HMI Basic.* Todos los equipos de la gama SIMATIC HMI Basic Panel se caracterizan por el mismo conjunto de funciones básicas, independientemente del tamaño elegido del dispositivo. Para los datos técnicos y una breve descripción ver la lista de dispositivos a continuación. (PantallasSiemens, 2014)

Tabla 2. Pantallas Siemens

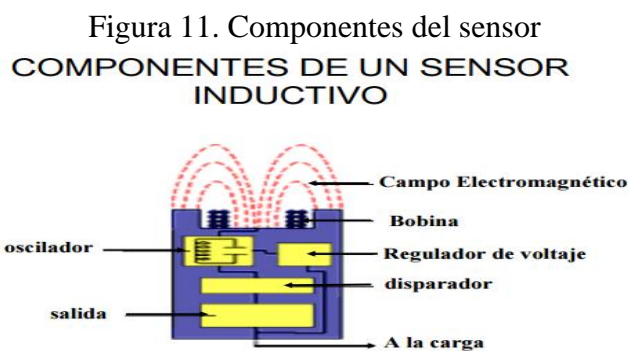
| | |
|---|---|
|  | <p>KTP400 Basic</p> <ul style="list-style-type: none"> • Display 4.3 inch TFT, 64K colores • Resolución 480 x 272 px • Control elementos Touch screen / 4 Function keys • User Memory 10 MB • Interfaces 1 x RJ 45 Ethernet for PROFINET / 1 x USB host |
|  | <p>KTP 600 Basic</p> <ul style="list-style-type: none"> • Color (TFT, 256 colores) • Pantalla táctil de 10 pulgadas con 8 teclas • táctiles • Tamaño: 10.4" • Resolución: 640 x 480 |
|  | <p>KTP900 Basic</p> <ul style="list-style-type: none"> • Display 9 inch TFT, 64K colores • Resolution 800 x 480 px • Control elementos Touch screen / 8 Function keys • User memory 10 MB • Interfaces 1 x RJ 45 for PROFINET |
|  | <p>KTP1200 Basic DP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Display 12 inch TFT Display, 64K colores • Resolution 1280 x 800 • Control elementos Touch screen User Memory 10 MB • Interfaces 1 x RS 485 for PROFIBUS/MPI 1 x USB host |

Fuente: (Siemens_hmipantallas, 2015)

2.10 Elementos de detección sensores.

Son elementos que son capaces de detectar cualquier magnitud tanto física como química y llevarlas a transformar en variables específicamente eléctricas, para que aquellas variables sean capaces de cuantificar y manipular.

2.10.1 *Sensor inductivo.* El sensor inductivo es aquel que lleva incorporado una bobina electromagnética la cual tiene la función de detectar la presencia de un objeto metálico exclusivamente por lo que el sensor llega a ignorar objetos no metálicos.



Fuente: Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Cuando a un objeto especialmente metálico entra al campo, procede a circular una corriente dentro del objetivo, por lo que esto llega a aumentar la carga en el sensor, lo cual permite disminuir la amplitud del campo electromagnético.

Donde el circuito del disparo llega a monitorear la amplitud del oscilador y a un nivel predeterminado, el cual conmuta el estado de salida del sensor. Para el cual conforme al objetivo se aleja del sensor inductivo, la amplitud del oscilador llega a aumentar.

Figura 12. Sensor Inductivo



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

CAPÍTULO III

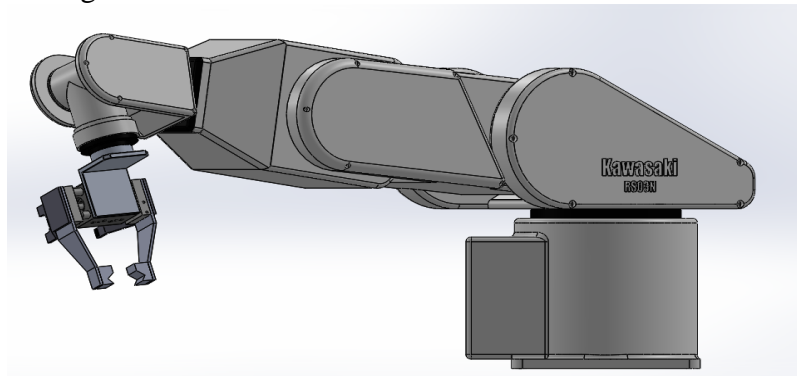
3. DISEÑO, REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN, MONTAJE DE LOS ELEMENTOS Y PROGRAMACIÓN.

3.1 Diseño.

Para la realización del diseño de los equipos y elementos se utilizó el programa Solid Works que nos permite visualizar el ensamble de las piezas que componen la estación.

3.1.1 *Vista frontal robot industrial en solid Works.*

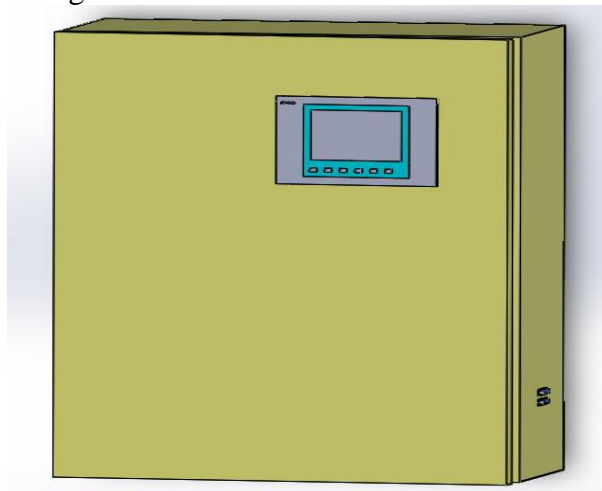
Figura 13. Vista frontal robot industrial en solid Works



Fuente: Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.1.2 *Vista frontal tablero de control en solid Works.*

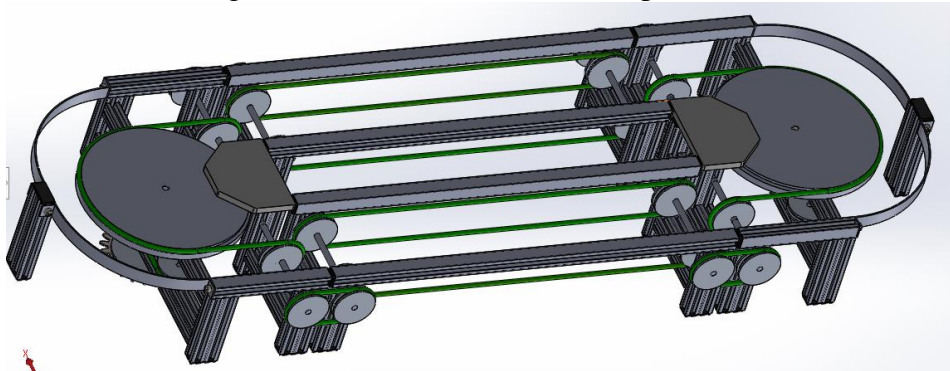
Figura 14. Vista frontal tablero de control



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.1.3 *Vista frontal cinta transportadora en solid Works.*

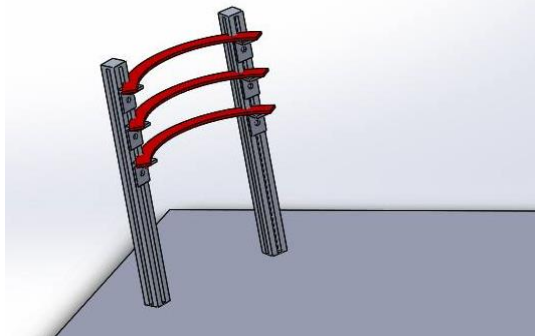
Figura 15. Vista frontal cinta transportadora



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.1.4 *Vista frontal plataforma de almacenamiento en solid Works.*

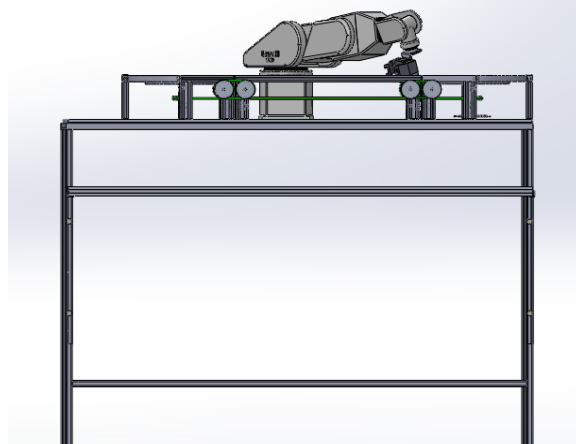
Figura 16. Vista frontal plataforma de almacenamiento



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.1.5 *Vista frontal de la estación de almacenamiento terminada en solid Works.*

Figura 17. Vista frontal estación de almacenamiento



Fuente: Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.2 **Requerimientos para la Implementación.**

Para la implementación utilizaremos los PLCs S7-1500 y el S7-1200 que con la programación adecuada y la ayuda de elementos como electroválvulas, cilindros, sensores, la cinta transportadora, motor reductor realizarán la primera operación que es llevar cada una de las tres piezas desde la estación inicial mediante el palet hasta la rampa donde serán recogidos y transportados por el robot Industrial RS03N hacia la plataforma de almacenamiento colocándolas en cada uno de los tres niveles.

3.2.1 *Componentes para la implementación.* la estación de almacenamiento estará constituida por los siguientes componentes:

- Robot Industrial RS03N
- Cinta transportadora
- Plataforma de Almacenamiento
- Tablero de Control

3.2.2 *Descripción general de componentes.*

3.2.2.1 *Robot Industrial.* Mediante la programación realizada en el Teach Pendant, el robot realiza la operación de sujetar y transportar individualmente las piezas desde la rampa hasta los tres niveles dispuestos de la plataforma de almacenamiento.

3.2.2.2 *Cinta Transportadora.* Cumple con la función de transportar el palet en cual va a contener la pieza a almacenar, su movimiento se realiza a través del sistema cadena-catalina que es accionado por medio de un motor reductor de ¼ de HP.

3.2.2.3 *Estación Final o Plataforma de Almacenamiento.* Está constituida por tres niveles contruidos en acrílico y perfiles de aluminio, y es el lugar donde el robot coloca las tres piezas para el almacenamiento respectivo.

3.2.2.4 *Tablero de Control.* El diseño y la construcción del tablero de control es muy importante, ya que desde aquí se comandarán las órdenes para una ejecución correcta de

todos los movimientos que debe realizar la estación de almacenamiento para su buen funcionamiento, especialmente con los programas realizados en el TIA PORTAL V13 para los PLCs. El tablero de control se encuentra conformado por los siguientes componentes:

- PLC S7-1500
- PLC S7-1200
- Compact Switch Module CSM 1277
- Signal Board SB1232
- Syslink
- Variador de frecuencia Sinamics G110
- Pantalla HMI KTP 600
- Guarda motor
- Breakers
- Cable de interfaz de comunicación DB-25
- Cable de comunicación Industrial Ethernet
- Conectores

3.3 Equipos, elementos y componentes para realizar la implementación.

Los equipos, elementos y componentes se los considero necesarios para realizar la implementación de la estación de almacenamiento con robot industrial, fueron seleccionados de acuerdo a las necesidades que presenta el módulo, básicamente se tomó en cuenta la automatización a realizar y considerando la tecnología en manejo industrial actual para así llegar a obtener el funcionamiento óptimo de cada una de las tareas a realizar en la estación de almacenamiento.

Tabla 3. Equipos, elementos y componentes a Implementar

| Sistemas | Equipos, elementos | Cantidad |
|----------------------------------|---|----------|
| SISTEMA ELÉCTRICO ELECTRÓNICO | PLC SIMATIC S7-1500 | 1 |
| | PLC SIMATIC S7-1200 | 1 |
| | Variador de frecuencia Sinamics G110 | 1 |
| | Pantalla KTP 600 Basic PN | 1 |
| | Syslink | 2 |
| | Signal Board SB1232 | 1 |
| | Compact Switch Module CSM 1277 | 1 |
| | Cable de comunicación industrial ETHERNET. | 6 |
| | Cables de interface de comunicación DB 25. | 4 |
| | Sensor inductivo | 2 |
| | Guarda motor | 1 |
| | Breakers | 2 |
| | Paro de emergencia | 1 |
| | Cable concéntrico de 3 hilos para 110vca | 1 |
| | Cable concéntrico de 3 hilos para 220vca | 1 |
| | Enchufes para 110vca y 220vca | 2 |
| | Fuente de 24Vcd | 1 |
| SISTEMA NEUMATICO | Cilindro simple efecto | 5 |
| | Electroválvula | 5 |
| | Manguera de aire comprimido | |
| | Racores | 8 |
| SISTEMA MECÁNICO | Motor reductor de ¼ HP | 1 |
| | Tablero metálico de control para el montaje de los accesorios a implementar | 1 |
| | Riel de montaje DIN | 2 |
| | Sistema cadena catalina | 1 |
| | Perfil DIN | 1 |
| SISTEMA INFORMÁTICO | Software Tía portal V13 Basic | 1 |
| OTROS ACCESORIOS | Cinta doble faz | 1 |
| | Taype | 1 |
| | Canaletas | 3 |
| | Terminales | 100 |

Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.4 Criterio para la selección de los equipos, elementos y componentes a implementar.

3.4.1 *PLC SIMATIC 1500.* Después de analizar los requerimientos para realizar la implementación de la estación de almacenamiento, se decidió adquirir el PLC S7-1500 por sus características técnicas y múltiples aplicaciones que posee, el cual va hacer el principal componente en el tablero de control de la estación de almacenamiento.

Figura 18. PLC S7-1500



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Tabla 4. Características CPU

| Características CPU 1511-1 PN (6ES7 511-1AK00-0AB0) | |
|--|--------------|
| STEP 7 TIA Portal configurable | V13.0 |
| Tensión de alimentación | 24 VDC |
| Memoria de trabajo para datos | 1 Mbyte |
| Memoria de trabajo para programa | 150 Kbyte |
| Memoria de carga (Memory Card Max) | 2 Gbyte |
| Interfaces | 1 x PROFINET |
| Numero de puertos PROFINET | 2 |

Fuente: (siemens_automatizacion_1500, 2013)

Tabla 5. Características entradas y salidas digitales

| Características Entradas digitales DI 16x24VDC HF (6ES7521-1BH00-0AB0) | |
|---|--------|
| Número de entradas y salidas | 16, 16 |
| Tensión nominal de entrada | 24 VDC |

Fuente: (siemens_automatizacion_1500, 2013)

Tabla 6. Características fuente de alimentación

| Características Fuente de alimentación de carga PM 190W 120/230V CA (6EP1333-4BA00) | |
|--|--------------|
| Tensión nominal de entrada | 120/230 v CA |
| Frecuencia | 50/60Hz |
| Tensión nominal de salida | 24 V |
| Potencia de salida | 190W |
| Compensación de cortes de red | SI |
| Intensidad nominal de salida | 8 A |

Fuente: (siemens_automatizacion_1500, 2013)

3.4.2 *PLC SIMATIC S7-1200 serie 1214C AC/DC/RLY.* El CPU de la serie 1214C AC/DC/RLY Fue elegido por sus características técnicas y alto rendimiento, aquí se realizara la programación mediante la salida analógicas que posee al adicionarle el Signal Board el cual servirá para controlar el movimiento de la cinta transportadora.

Figura 19. PLC S7-1200



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Tabla 7. Características PLC 1200

| Características PLC SIMATIC S7-1200 serie 1214C AC/DC/RLY | |
|--|--|
| Conexiones | 3 para HMI y para CPU a CPU 1 para la programadora 8 para instrucciones Ethernet |
| Comunicación | Ethernet |
| Memory Card | SIMATIC Memory Card (opcional) |
| Rango de tensión | 85 a 264 V AC |
| Salidas digitales | 10 |
| Número de entradas | 14 |
| salida analógica | 1 al integrarle el Signal Board |
| Intensidad disponible 24 V DC | 400mA Max (alimentación de sensores) |

Fuente: (manualS7-1200, 2014)

3.4.3 *Variador de frecuencia G110.* El variador fue seleccionado para controlar el arranque del motor reductor de ¼ HP el cual controlara el movimiento de la cinta transportadora, permitiéndonos elegir la velocidad adecuada para el funcionamiento.

Figura 20. Variador de frecuencia



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Tabla 8. Características Variador

| Características del Variador de frecuencia Sinamics G110 CPM110 AIN. | |
|---|----------------------------------|
| Tensión de alimentación | 200Vca – 240Vca variación de 10% |
| Frecuencia de salida | 0 – 650 Hz |
| Potencia | 0,12kW a120 kW |
| Integración | Automatización SIMATIC S7-1200 |
| Motor | 2.2 kW Duty Class |
| Rango de temperatura | .10 a 50°C |

Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.4.4 *Compact Switch Module CSM 1277.* Se seleccionó ya que permite construir a bajo coste redes Industrial Ethernet. Cuenta además con cuatro entradas hembra RJ45 para la conexión de equipos u otros segmentos de red que este caso se lo necesitara.

Figura 21. Compact Switch CSM 1277



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

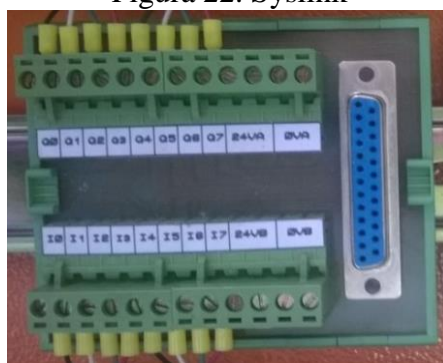
Tabla 9. Características Compact Switch

| Características Compact Switch Module | |
|--|--|
| Conexión de terminales o componentes de la red | 4 conectores embraRJ45 |
| Voltaje de alimentación | 24 Vcd |
| Consumo de corriente | 70 Ma |
| Conexión para alimentación de tensión | Bloque de bornes de 3 contactos, enchufable |
| Temperatura en funcionamiento | 0°C hasta +60°C |
| Conexión a través de cables Industrial Ethernet FC TP 0 – 100 m 0 – 85 m | Industrial Ethernet FC TP Standard Cable con IE FC RJ45 Plug 180 o a través de Industrial Ethernet FC Outlet RJ45 con 0 - 90 m Industrial Ethernet FC TP Standard Cable + 10 m TP Cord. Industrial Ethernet FC TP Marine/Trailing Cable con IE FC RJ45 Plug 180 o 0 - 75 m Industrial Ethernet FC TP Marine/Trailing Cable + 10 m TP Cord |

Fuente: (siemensCSM.1200, 2014)

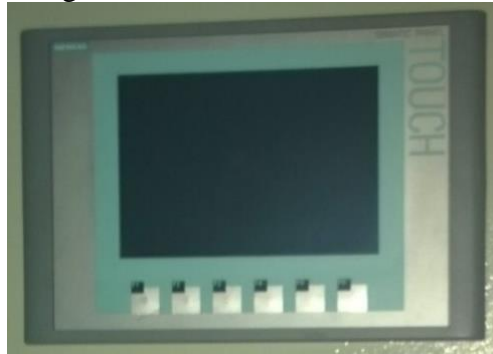
3.4.5 *Syslink*. El diseño y la construcción de las tarjetas syslink es muy importante ya que permite ordenar el cableado por medio de conectores que facilitaran la conexión entre la estación de almacenamiento y el tablero de control, reduciendo tiempos al momento de conectar y espacios.

Figura 22. Syslink



3.4.6 *Pantalla táctil.* El principal objetivo de colocar la pantalla es que nos permite manipular el proceso de forma manual las diferentes órdenes para el almacenamiento de las piezas en la estación, permitiendo realizar una simulación en tiempo real del proceso.

Figura 23. Pantalla táctil KTP 600



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Tabla 11. Características Pantalla

| Características de la pantalla KTP 600 | |
|---|---------|
| Numero de colores | 256 |
| Tensión asignada | 24V |
| Resolución | 320x240 |
| Teclas de función | 6 |
| Regulación de contraste | Si |

Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.4.7 *Guarda motor.* El Guarda motor fue seleccionado para la protección frente a sobrecargas del motor eléctrico y cortocircuitos, el diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las sobre intensidades transitorias típicas de los arranques de los motores.

Figura 24. Guardamotor



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Tabla 12. Características guarda motor

| Características Guarda Motor | |
|-------------------------------------|---------------------|
| Clase | 10 |
| Tamaño SO | Hasta 11KW |
| In | 10 mA 3RV1021-1JA10 |

Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.4.8 *Breakers*. Fue seleccionado, debido a que nos permiten aislar la corriente de potencia de entrada de los diferentes sistemas eléctricos controlados.

Figura 25. Breakers



Fuente: Ruiz Cristian, y Salao, Jorge

Tabla 13. Características Breakers

| Características Breakers | |
|---------------------------------|-----------|
| UN | 415 v |
| I | 6000 A |
| Breakers | Dos polos |

Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.4.9 *Signal Board SB 1232*. La adquisición de la Signal Board SB 1232 fue necesaria debido a que funciona conjuntamente con el PLC 1214 con el cual llegamos a obtener un adicional de una entrada y una salidas analógica.

Figura 26. Signal Board SB 1232



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Tabla 14. Características Signal Board

| Características Signal Board SB 1232 | |
|---|---|
| Dimensiones A x A x P (mm) | 38 x 62 x 21 mm |
| Peso | 40 gramos |
| Salidas analógicas | 1 |
| Rango | $\pm 10\text{ V}$ 0 a 20 m A |
| Resolución | Tensión: 12 bits , Intensidad: 11 bits |
| Precisión (25°C / 0 a 55°C) | $\pm 0.5\%$ / $\pm 1\%$ de rango máximo |
| Impedancia de carga | Tensión: $\geq 1000\ \Omega$, Intensidad: $\leq 600\ \Omega$ |

Fuente: (manualS7-1200, 2014)

3.4.10 *Cables de interface de comunicación DB 25.* Este tipo de cable fue seleccionado para la conexión necesaria entre los equipos y su respectiva comunicación tanto para el tablero de control como para el robot.

Figura 27. Cable de comunicación DB-25



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Tabla 15. Características Cable DB 25

| Características Cables de interface de comunicación DB 25. | |
|---|----------|
| Material | Cobre |
| Tipo de conexión | Serie |
| Longitud | 6 |
| Cubierta | Plástico |

Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.4.11 *Cable de comunicación industrial ETHERNET.* Este tipo de cable fue seleccionado ya que puede comunicar la pantalla con el PLC para la transferencia de datos y también nos permite la comunicación con la PC para la transferencia de la programación realizada en la PC.

Figura 28. Cable Ethernet



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Tabla 16. Características Cable Ethernet

| Características Cable de comunicación industrial ETHERNET. | |
|---|----------------------------------|
| Material | Cobre |
| Categoría | 5 |
| Longitud | 6m |
| Tasa de datos | Transferencia máxima de 100 Mbps |

Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.4.12 *Electroválvula*. Se seleccionó la electroválvula ya que es necesaria para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto, la válvula mientras tanto se la controla por medio de la corriente eléctrica.

Figura 29. Electroválvula



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Tabla 17. Características Electroválvula

| Características de Electroválvula | |
|--|----------|
| Marca | AIRTAC |
| Presión de trabajo | 0-8 MPa |
| Voltaje de la bobina | 24 VDC |
| Modelo | 4V210-08 |

Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.4.13 *Software Tía Portal V13.* El software es vital para efectuar la programación tanto de la pantalla KTP 600, y de los PLC S7-1500, S7-1200, la programación de la pantalla se realizara con la aplicación WinCC mientras que la programación de los PLCs S7-1500 y S7-1200 se realiza con el software Totally Integrated Automation portal, cabe recalcar que estas aplicaciones vienen incluidas en el software tía porta v13.

Tabla 18. Características Tía portal V 13

| Características Software Tía portal V13 Basic: | |
|---|---|
| Sistemas de automatización con: | <ul style="list-style-type: none"> - SIMATIC S7-1500 - SIMATIC S7-1200 - SIMATIC WinAC Visualizaciones para SIMATIC Basic Panels con WinCC Basic integrado. |
| Manejo del software | Mediante PC portátil |

Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.4.14 *Motor reductor ¼ HP.* Fue elegido para cumplir la función de mover la cinta transportadora a la velocidad deseada donde se le adaptara un sistema cadena catalina al eje de motor reductor y la cinta transportadora para realizar el movimiento deseado de la cinta a diferentes velocidades.

Figura 30. Motor reductor



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Tabla 19. Características motor reductor

| Características Motor reductor | |
|---------------------------------------|---------------|
| Voltaje | 220/440 |
| HZ | 60 |
| Potencia | 0.25 (1/4) HP |

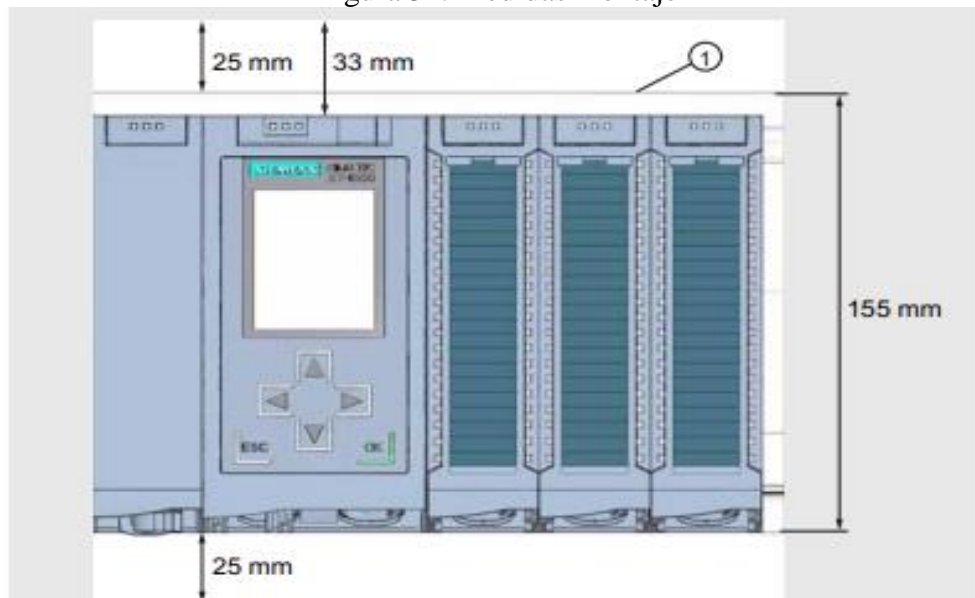
Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.5 Montaje de los equipos, elementos y componentes a implementar.

Para proceder a realizar el montaje se siguen las especificaciones técnicas del fabricante las cuales vienen detalladas en el manual de cada elemento además se explica el proceso que se realizó de los principales elementos que conforman la estación de almacenamiento para el montaje ya sea en el tablero de control, sobre la cinta transportadora o en la mesa de trabajo que sirvieron.

3.5.1 *Montaje y desmontaje PLC 1500.* Para el montaje o desmontaje se deben respetar estas medidas en especial las distancias de arriba y abajo, cabe recalcar que los módulos siempre se deben enchufar con el sistema sin alimentación.

Figura 31. Medidas montaje



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.5.1.1 Montaje:

- Primero debemos atornillar el perfil donde va ir montado el PLC a la base del tablero de control mediante pernos.
- Procedemos a enganchar la CPU por el lado superior del perfil, de igual manera con la fuente y los módulos de entradas y salidas.
- Fijación de los módulos mediante el único tornillo tanto para el CPU, la fuente y los módulos de entradas y salidas

Figura 32. Montaje PLC 1500



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.5.1.2 *Desmontaje:*

- Prepara el CPU para el desmontaje desconectando la alimentación y todos los conectores como de la fuente y de las entradas y salidas.
- Luego con un desarmador aflojar los tornillos que sujetan al CPU la fuente y los módulos de entradas y salidas
- Girar la CPU hacia arriba, extraígalas del perfil y retírela del sistema. Y proceder a retirar el PLC 1500.

Figura 33. Desmontaje PLC 1500



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.5.2 *Montaje y desmontaje PLC 1200*

3.5.2.1 *Montaje:*

- Montar sobre el perfil riel DIN, atornillando al perfil sobre el panel de montaje dejando un espacio aproximadamente de 75 mm entre los tornillos.
- Procedemos a enganchar la CPU desde el lado superior del perfil riel DIN para poder extraer.

- Procedemos a extraer el clip de fijación por el lado inferior de la CPU de manera que se vea por encima del perfil.
- Giramos la CPU hacia abajo para poder posicionarla sobre en el perfil.
- Oprimimos los clips para que la CPU encaje en el perfil.

Figura 34. Montaje PLC 1200

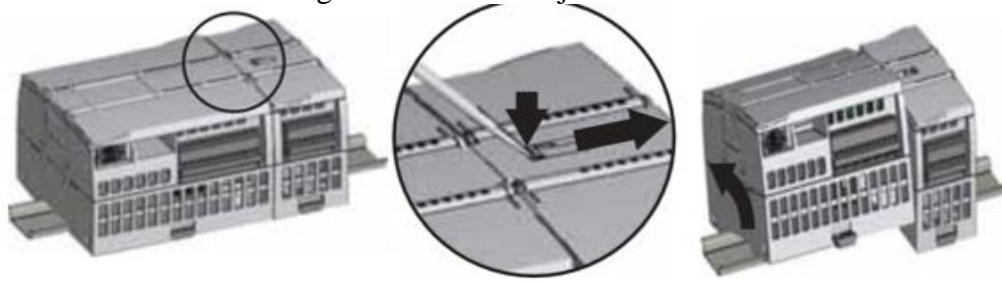


Fuente: (manualS7-1200, 2014)

3.5.2.2 Desmontaje:

- Siempre comenzamos desconectamos la alimentación eléctrica y los conectores de E/S y luego retiramos los cableados de la CPU.
- Procedemos a desmontamos la CPU y los módulos de comunicación conectados en conjunto. Todos los módulos de señales deben permanecer montados siempre.
- Si un módulo de señales se encuentra conectado a la CPU, procedemos a retraer el conector de bus:
- Colocar un destornillador junto a la lengüeta en el lado superior del módulo.
- Oprimir hacia abajo para poder desenclavar el conector de la CPU.
- Desplazar toda la lengüeta hacia la derecha.
- Desmontar la CPU, extraer el clip de fijación para desenclavar la CPU del perfil.
- Girar la CPU hacia arriba, y procedemos a extraer del perfil y retírela del sistema para terminar con el desmontaje.

Figura 35. Desmontaje PLC 1200



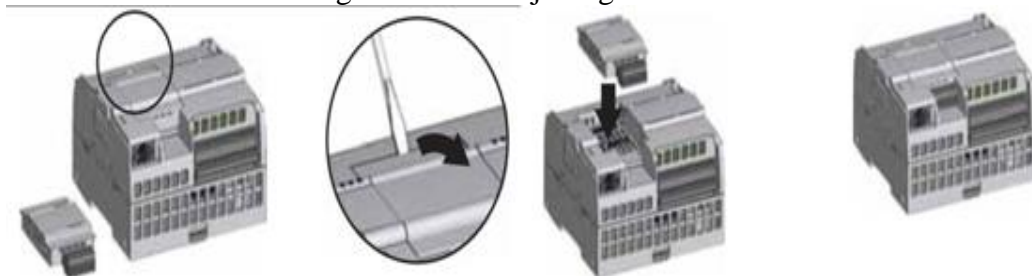
Fuente: (manualS7-1200, 2014)

3.5.3 Montaje y desmontaje Signal Board SB 1232.

3.5.3.1 Montaje:

- Procedemos a insertar el destornillador en la ranura de arriba del CPU en el lado posterior de la tapa del CPU.
- Procedemos a aplicar palanca suavemente para levantar la tapa y retírela de la CPU.
- Colocar la SB recto en su posición para el montaje en el lado superior de la CPU.
- Oprimir firmemente la SB hasta que encaje en su posición final.
- Colocar nuevamente las tapas de cada bloque de terminales para finalizar.

Figura 36. Montaje Signal Board



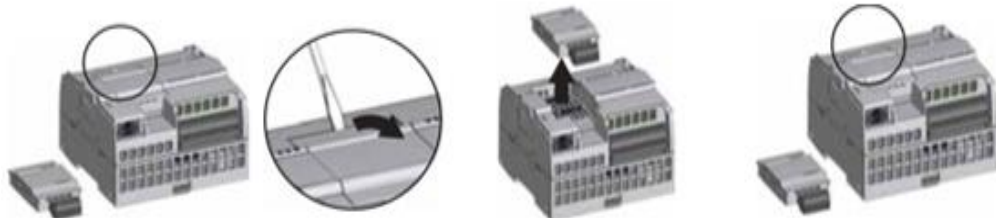
Fuente: (manualS7-1200, 2014)

3.5.3.2 Desmontaje:

- Para comenzar insertamos un destornillador en la ranura sobre el lado superior.
- Procedemos a realizar palanca suavemente para poder desacoplar la SB de la CPU respectivamente.

- Retiramos la SB rectamente desde arriba de la CPU de su posición de montaje en el lado superior de la CPU.
- Colocamos nuevamente la tapa de la SB sobre el CPU para poder finalizar.

Figura 37. Desmontaje Signal Board



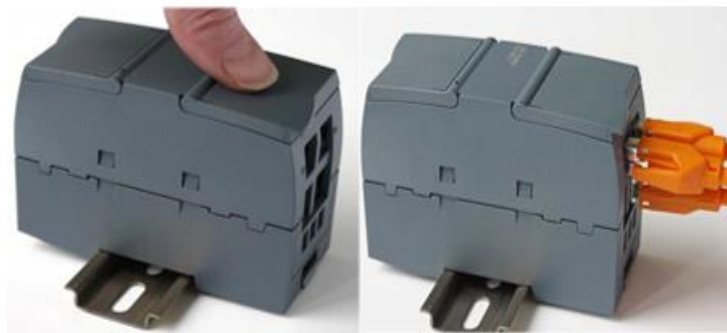
Fuente: (manualS7-1200, 2014)

3.5.4 Montaje y desmontaje de Compact Switch Module.

3.5.4.1 Montaje:

- Enganchamos la guía de la parte superior de la carcasa del CSM sobre el riel de perfil DIN de 35mm.
- Procedemos a presionar el CSM 1277 por el extremo inferior sobre el riel de perfil de sombrero hasta que se enclave fijamente.
- Montar las conexiones de alimentación eléctrica respectivamente.
- Procedemos a enchufar el bloque de bornes en cada conector hembra previstos al efecto en el equipo.

Figura 38. Montaje compact switch



Fuente: (siemensCSM.1200, 2014)

3.5.4.2 *Desmontaje.*

Para poder retirar el Compact Switch Module CSM 1277 del riel de perfil de sombrero DIN procedemos a realizar paso a paso:

- Procedemos a desmontar primero cada uno de los cables conectados al CSM 1277.
- Procedemos a realizar palanca con un destornillador para poder a extraer más o menos unos 5mm la pestaña de la retención existente en la parte inferior del dispositivo debidamente.

Figura 39. Desmontaje compact switch



Fuente: (siemensCSM.1200, 2014)

3.5.4.3 *Enchufar el IE FC RJ45 Plug 180.* Para poder conectar Insertamos el IE FC RJ45 Plug 180 hasta que se llegue a enclavar en el puerto Twisted Pair.

Figura 40. IE FC RJ45 Plug 180

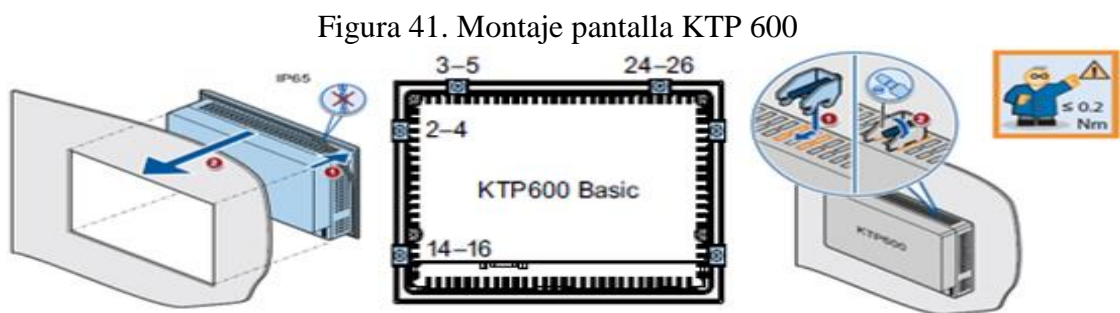


Fuente: (siemensCSM.1200, 2014)

3.5.5 Montaje pantalla KTP 600.

3.5.5.1 Montaje.

- Procedemos a colocar el panel del operador por delante el recorte de montaje, vigilar que las tiras rotulables que asoman no se queden pilladas entre el recorte y el panel de operador.
- Coloque la primera mordaza en la primera posición en las escotaduras del lado posterior del panel de operador.
- Tener en cuenta todas las posiciones de las mordazas que están en el panel.
- Fijar la mordaza con un destornillador. El par de apriete máximo admisible considerado es de 0,2 N m.
- Repetir los pasos 1 a 2 para poder colocar todas las mordazas necesarias para fijar en panel de operador.

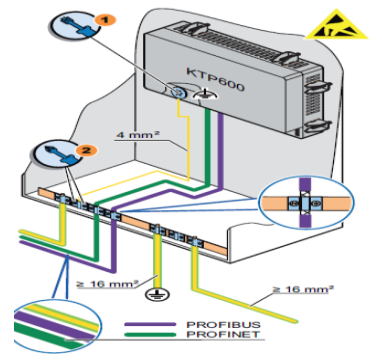
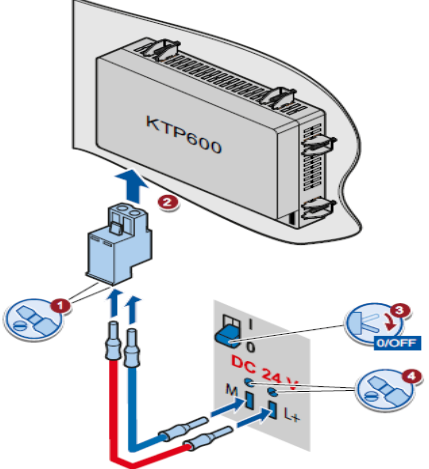
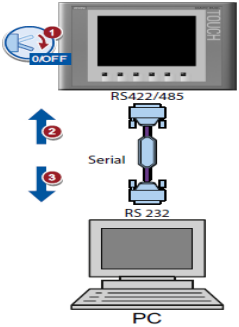
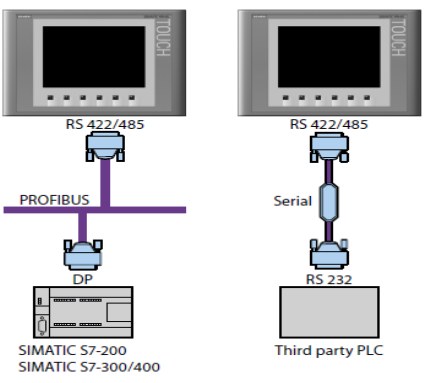


Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.5.5.2 Cableado de la Pantalla HMI. Existen diferentes tipos de cableados para la realización de la conexión HMI.

- Conexión de equipotencialidad
- Conexión de la fuente de alimentación
- Conexión del PC de configuración a un Basic Panel DP
- Conexión del controlador a un Basic Panel DP

Tabla 20. Cableado pantalla HMI

| | |
|---|---|
| <p>Conexión de equipotencialidad</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conecte la conexión de tierra funcional del panel de operador con un cable de tierra, sección 4 mm². 2. Conecte el cable de tierra del panel de operador con la barra de equipotencialidad. |  |
| <p>Conexión de la fuente de alimentación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduzca los dos cables de la fuente de alimentación en el borne de conexión de red y fíjelos con un destornillador plano. 2. Conecte el borne de conexión de red con el panel de operador. 3. Desconecte la fuente de alimentación. 4. Conecte dos extremos de los cables en las conexiones de la fuente de alimentación. Vigile que la polaridad sea la correcta. |  |
| <p>Conexión del PC de configuración a un Basic Panel DP</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desconecte el panel de operador. 2. Enchufe el conector RS 485 del cable PC/PPI al panel de operador. 3. Enchufe el conector RS 232 del cable PC/PPI al PC de ingeniería. |  |
| <p>Conexión del controlador a un Basic Panel DP</p> <p>Los Basic Panels DP se pueden conectar a través de la interfaz RS 422/RS 485 a los siguientes controladores SIMATIC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SIMATIC S7-200 • SIMATIC S7-300/400 • SIMATIC S7-1200 |  |

Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.5.6 *Montaje de los elementos de protección.* Los elementos de protección tales como el Guardamotor y los Breakers se montan de la misma forma que de los elementos antes descritos sobre el perfil riel DIN.

Figura 42. Montaje elementos de protección

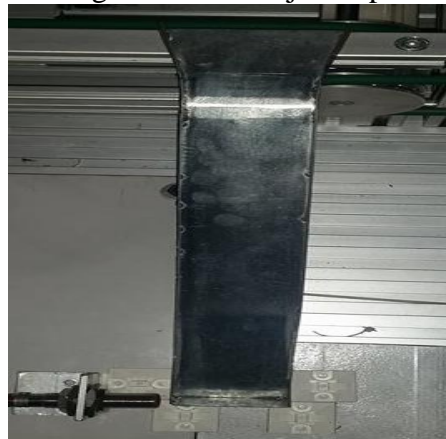


Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Dentro de los elemento de protección tenemos dos Breakers, tanto para el variador como para los PLC 1500 y 1200 la conexión de los elementos son instalados en serie con las líneas de potencia.

3.5.7 *Montaje de la rampa y sensores.* El montaje de la rampa donde terminan las piezas para posteriormente ser retiradas por el robot industrial se lo elaboro en material de aluminio, luego se lo atornillo a la cinta transportadora para recibir la pieza al ser expulsada por el cilindro del palet.

Figura 43. Montaje rampa



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

El montaje de cada sensor se realizó en material aluminio para poder ubicarlos en sus respectivas posiciones, donde sus conexiones son normalizados tiene de 3 a 4 cables para nuestro caso el sensor posee tres cables de diferentes colores como son en negro, azul y marrón, donde el color marrón posee 24 VCD de alimentación positiva, azul posee alimentación negativa 0V, negro cuando el sensor detecta el metal genera una salida de 24 VDC.

3.5.8 *Montaje de las electroválvulas y cilindros neumáticos.* El montaje se lo realiza colocando la electroválvula en el banco correspondiente con sus respectivos racores y silenciadores.

La conexión para la alimentación de la electroválvula se la realiza a 24Vcd y a una salida Q del Syslink.

Figura 44. Montaje electroválvulas



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Cada uno de los cilindros se requería que fueran montados específicamente en en la cinta transportadora con sus respectivas bases elaboradas en aluminio para la función que se le asigna como es la de llevar la pieza al palet y así mismo retirar la pieza del palet para al final ubicarse en la rampa donde el robot llevara para almacenar la pieza en los diferentes niveles de la plataforma de almacenamiento.

Figura 45. Cilindros montados



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Su conexión se lo realiza a 24 Vcd y a una entrada del Syslink, los cilindros con sus respectivas conexiones a cada racor con la manguera de aire.

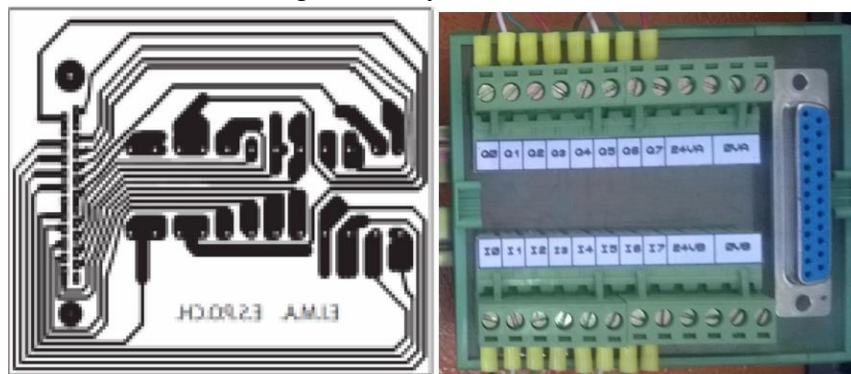
3.5.9 *Montaje y Construcción de las tarjetas Syslink.* El montaje de las tarjetas Syslink se lo realiza de igual manera que los elementos anteriormente descritos sobre el perfil del riel DIN.

La construcción de la tarjeta Syslink se lo realizo mediante la elaboración de los siguientes pasos:

- Se seleccionan los elementos a utilizar como son la baquelita, el ácido papel couche, resistencias, plancha, estaño, cautín, taladro,
- Se procede a diseñar el circuito en la CPU con la utilización del programa Proteus para posteriormente imprimir en el papel couche.
- Luego de imprimir se corta la baquelita con las dimensiones para poder planchar el circuito sobre la baquelita, luego de esperar 15 minutos se procede a despegar el papel couche planchado y limpiar las partes con papel.

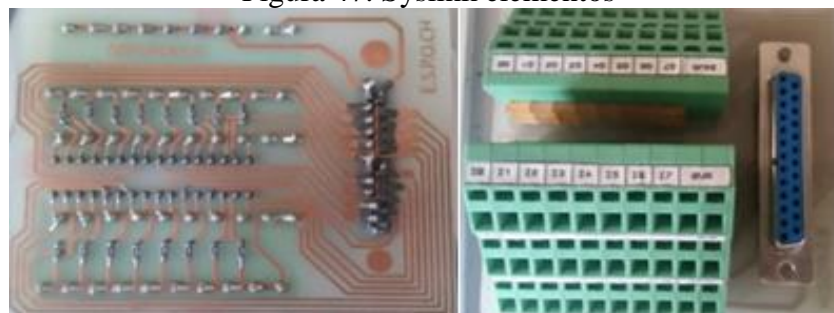
- Posteriormente se procede a sumergir en el ácido con cuidado y tomando las precauciones necesarias por un tiempo máximo de 20 minutos el cual va a limpiar las partes de cobre.
- Luego procederemos a realizar los agujeros donde se van a realizar los puntos de suelda de los elementos.
- Al final se procede a limpiar los puntos y revisar continuidad de las conexiones realizadas.
- Luego procedemos a montar sobre el riel DIN para su utilización tanto en el tablero de control como en la mesa donde se encuentra el robot.
- Procedemos a conectar tanto las entradas y salidas a utilizar para el funcionamiento de los sensores y las electroválvulas que ayudaran a simular la estación de almacenamiento.

Figura 46. Syslink tablero



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Figura 47. Syslink elementos



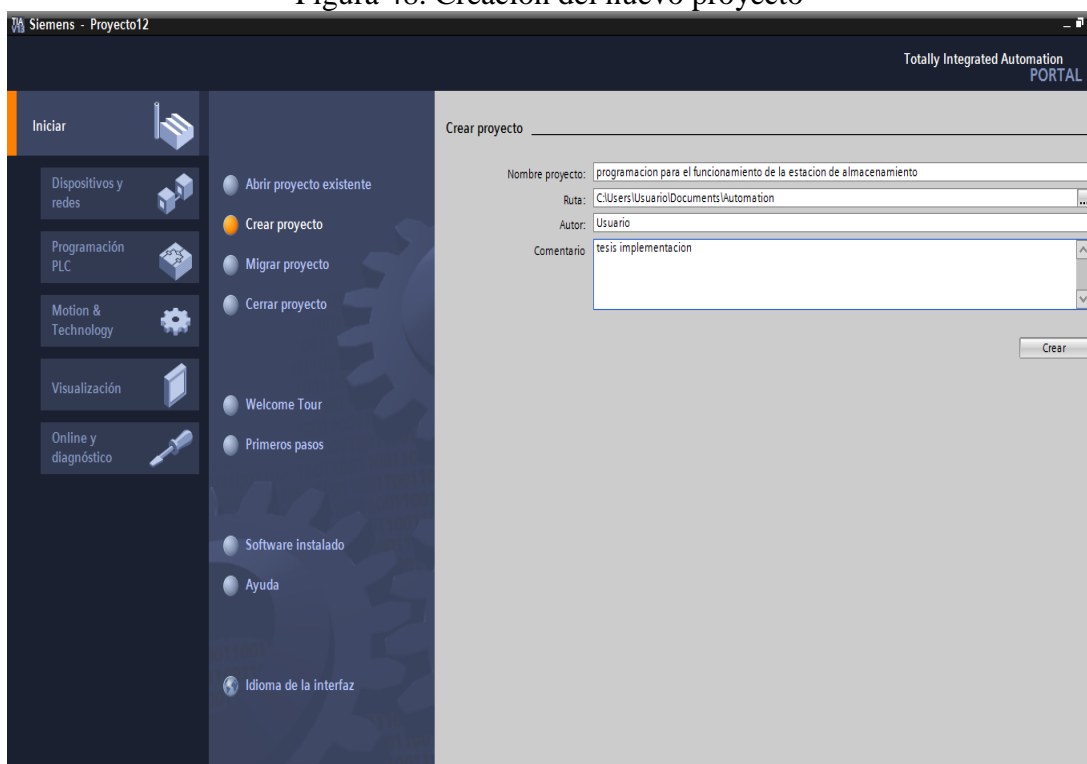
Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.6 Programación y comunicación de la estación de almacenamiento.

3.6.1 Creación del nuevo proyecto para realizar la programación.

- Se abre el programa TIA Portal V13
- Seleccionar crear proyecto
- Se asigna el nombre al nuevo proyecto

Figura 48. Creación del nuevo proyecto

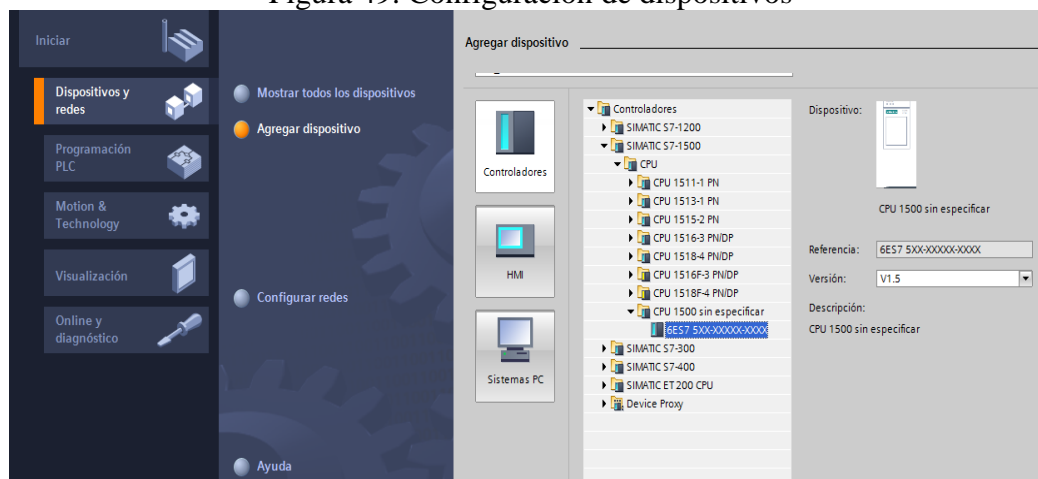


Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.6.2 *Se selecciona configuración del dispositivo para agregar los equipos.* Luego de escoger los controladores se le agrega al PLC S7-1500 sin especificar donde se va a detectar el dispositivo automáticamente a través de la conexión PC-CPU quien va hacer el PLC principal el cual va hacer programado.

A continuación se repite el procedimiento para agregar el otro PLC el cual se va utilizar por su característica que viene integrada en la Signal Board 1 entrada y salida analógica la cual nos va a servir para el control de velocidad de la cinta transportadora.

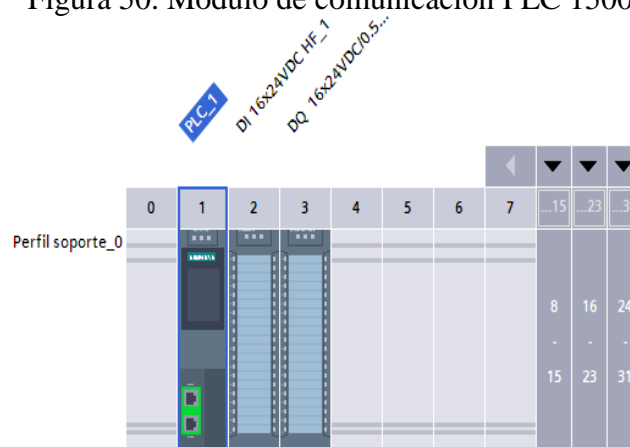
Figura 49. Configuración de dispositivos



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

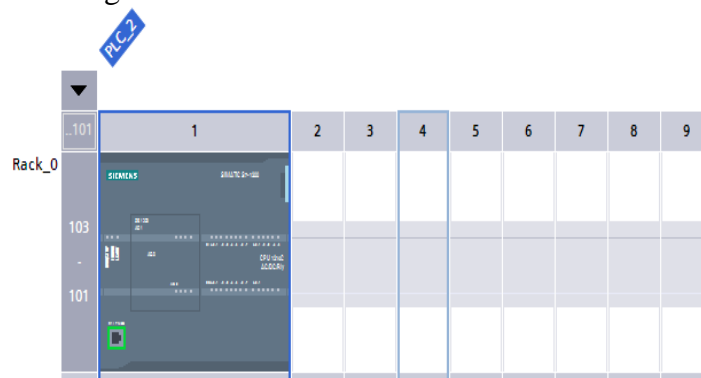
3.6.3 *Insertar los módulos de comunicación.* Se selecciona a través de la conexión física del PLC 1500 y del PLC 1200 mediante el programa se lo identifica haciendo que parpadee para identificar la conexión física del PLC.

Figura 50. Módulo de comunicación PLC 1500



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

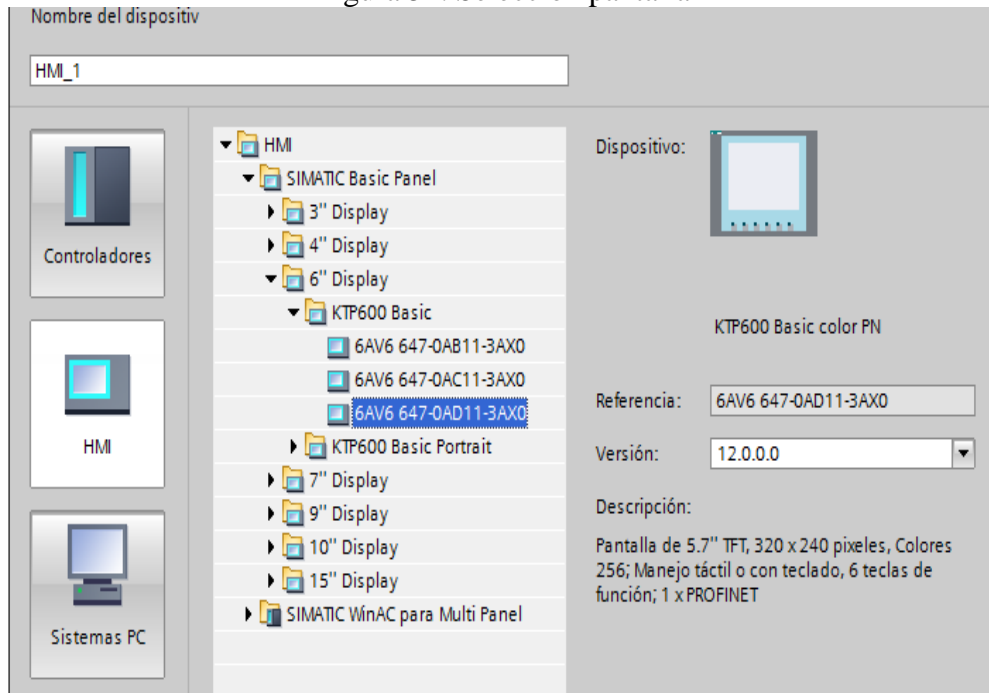
Figura 51. Módulo de comunicación PLC 1200



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.6.4 *Insertar una pantalla HMI KTP600 Basic.* Nos dirigimos a agregar dispositivo en donde vamos a seleccionar la opción HMI luego procedemos a seleccionar SIMATIC Basic panel, luego la opción 6" Display, después escogemos la opción KTP 600 Basic con la referencia 6AV6 647-OAD11-3AX0 como se ve en la figura a continuación.

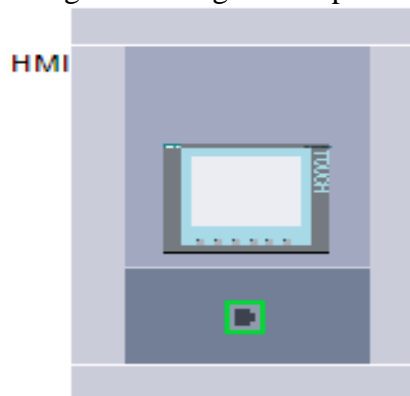
Figura 52. Selección pantalla



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

En la figura que a continuación se muestra se puede apreciar cómo queda registrada la pantalla lista para ser programada en el Tía Portal V13, y así cumplir el objetivo de la pantalla que es lograr que el operario ejecute las ordenes desde la misma puede ser esta de forma manual o automática.

Figura 53. Registro de pantalla



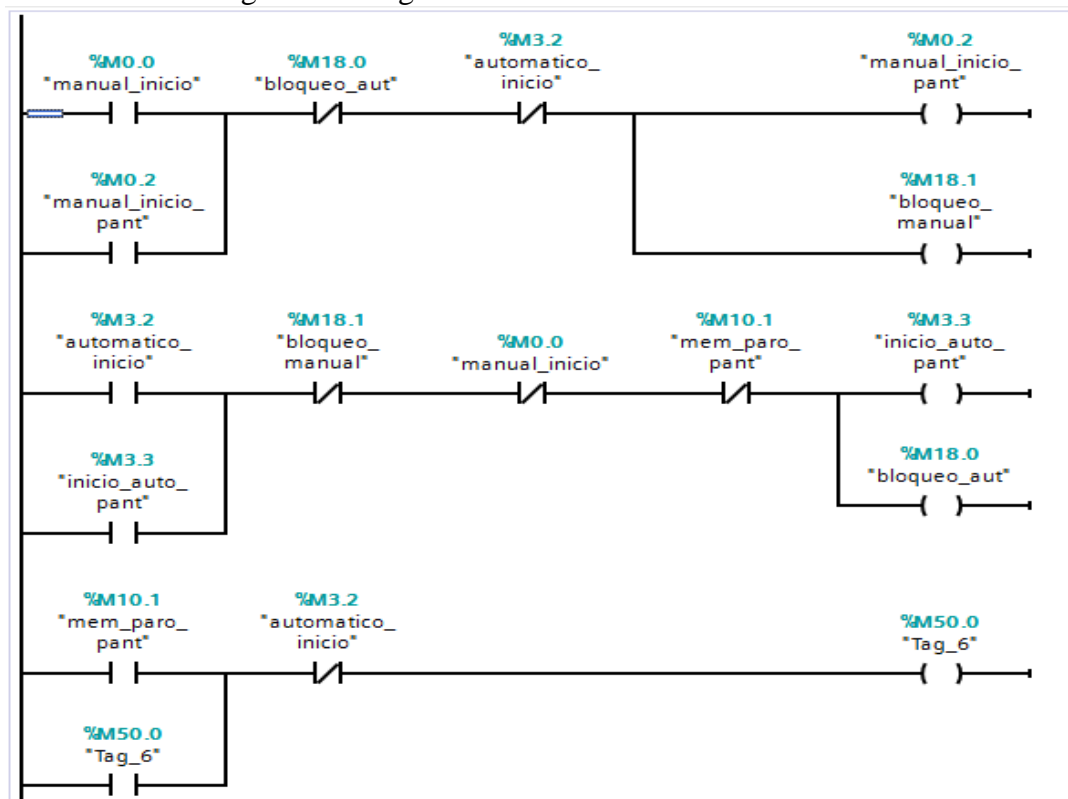
Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.6.5 *Programación de los equipos.* Para realizar la programación de los equipos se necesita que tanto el PLC S7-1500, S7-1200 y la pantalla HMI y todos los demás elementos estén debidamente conectados para así empezar las programaciones.

3.6.5.1 *Programación del equipo PLC S7-1500.* A continuación se muestra la programación línea a línea, detallando los elementos que lo conforman y la función que cumplen.

Este segmento nos va a permitir controlar de forma manual y automática por medio de la pantalla táctil donde el M0.0 es la activación de forma manual y M3.2 es la activación de forma automático, por lo que tanto como el M0.2 y M3.3 deberán estar integradas en cada línea de programación para que se pueda activar o desactivar y así permitirnos manipular mediante la pantalla táctil.

Figura 54. Programación Inicio manual automático

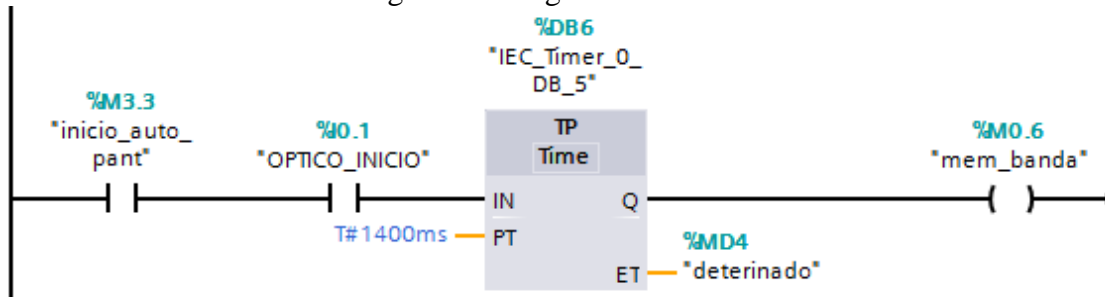


Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La quinta línea consta de las variables (M3.3, I0.1, DB6, M0.6) el M3.3 debe estar energizado, se explica la tercera línea ya que en ésta intervienen variables para el funcionamiento de la línea 4, para activar el M0.6 que da al inicio de la banda se debe

accionar I0.1 que se realiza por medio del sensor inductivo que detecta la presencia del palet y envía un pulso a TP DB6 que hará funcionar a M0.6 durante 1.4 segundos en esta línea y también en los segmento 2 y 4.

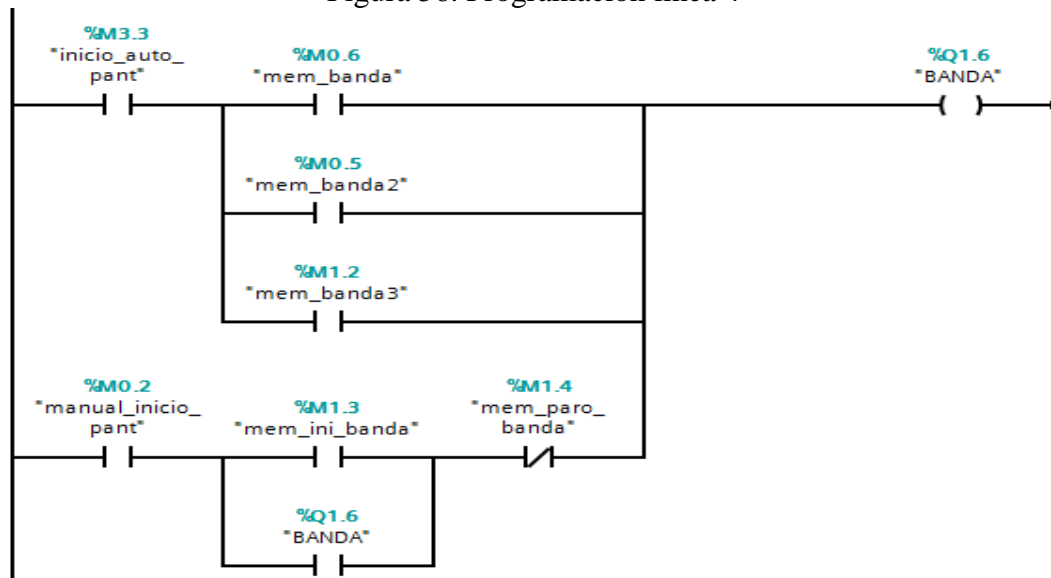
Figura 55. Programación línea 5



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La cuarta línea consta de las variables (M3.3, M0.2, M0.6, M0.5, M1.2, Q1.6) la Variable M3.3 o M0.2 deben estar energizada, para que se active la salida Q1.6 que pertenece a la banda se debe activar cualquiera de las variables M0.6, M0.5, M1.2 en éste caso se activa por M0.6 que se activó en la línea 3 por lo que se activara la banda durante 1.4 segundos.

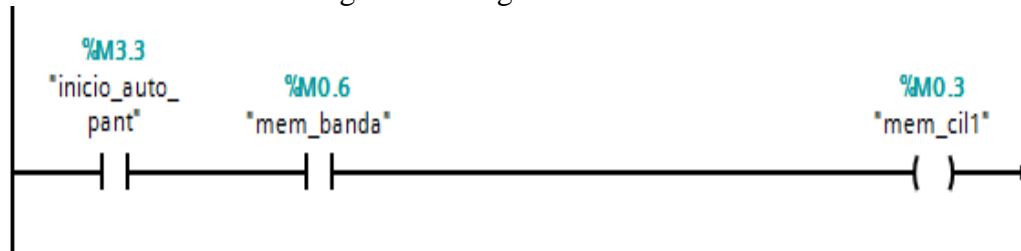
Figura 56. Programación línea 4



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La sexta línea consta de las siguientes variables (M3.3, M0.6, M0.3) debe estar energizado M3.3, recordamos también que M0.6 se activa durante 1.4 segundos en el segmento 3 durante 1.4 segundos lo que provocara que entre en funcionamiento M0.3 que es el cilindro 1.

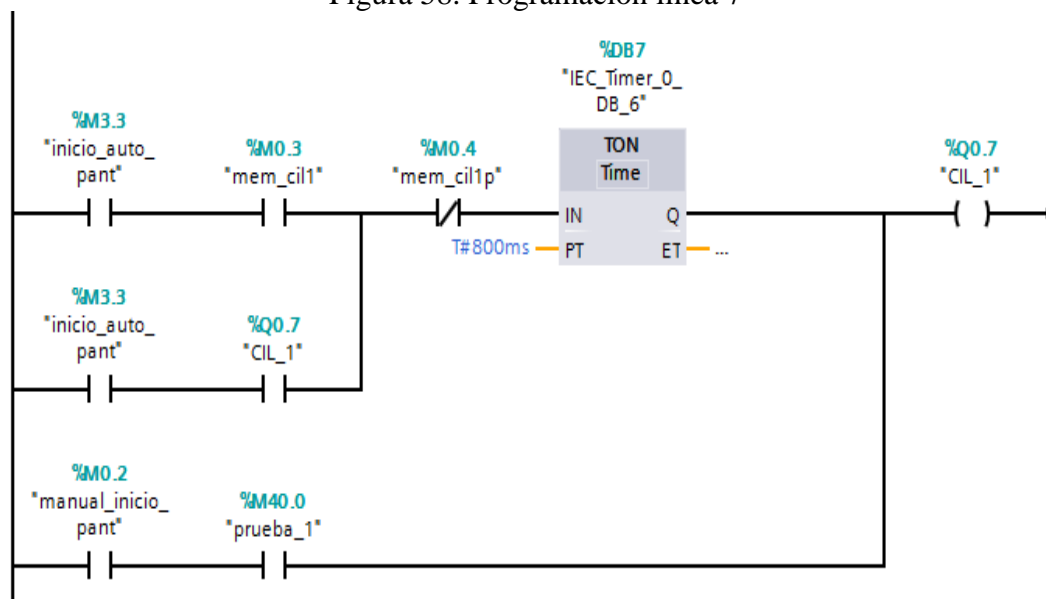
Figura 57. Programación línea 6



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La línea siete consta de las siguientes variables (M3.3, M0.2, M0.3, M0.4, TON DB7, Q0.7) debe energizarse cualquiera M3.3 o M0.2, Para activar Q0.7 que es el cilindro 1, se necesita que M0.3 se cierre lo que sucede en la línea 4, esto hace que se energice el TON DB7 el cual va hacer funcionar durante 0.8 segundos el cilindro 1 y cuando se abra M0.4 dejara de funcionar Q0.7.

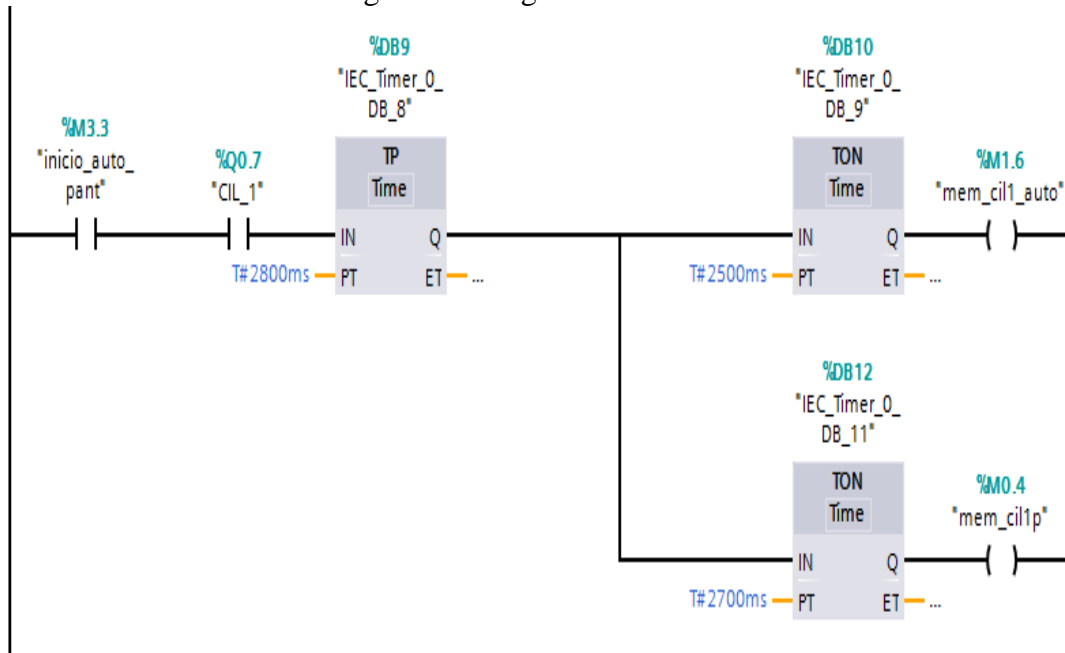
Figura 58. Programación línea 7



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La línea ocho consta de las siguientes variables (M3.3, Q0.7, TP DB9, TON DB10, Q0.2, TON DB12, M0.4), debe estar energizada M3.3, consta de dos partes una activa a Q0.2 y la otra M0.4, la línea cinco va activar el Q0.7 el cual va dar el pulso al TP DB9 durante 2.8 segundos hasta ahí es común para Q0.2 y M0.4, donde el TON DB10 se va activar durante un tiempo de 2.5 segundos para activar Q0.2 y el TON DB12 también se va activar durante un tiempo de 2.7 segundos para activar M0.4 el cual va a desactivar Q0.7 que afecta a la línea 9, 10.

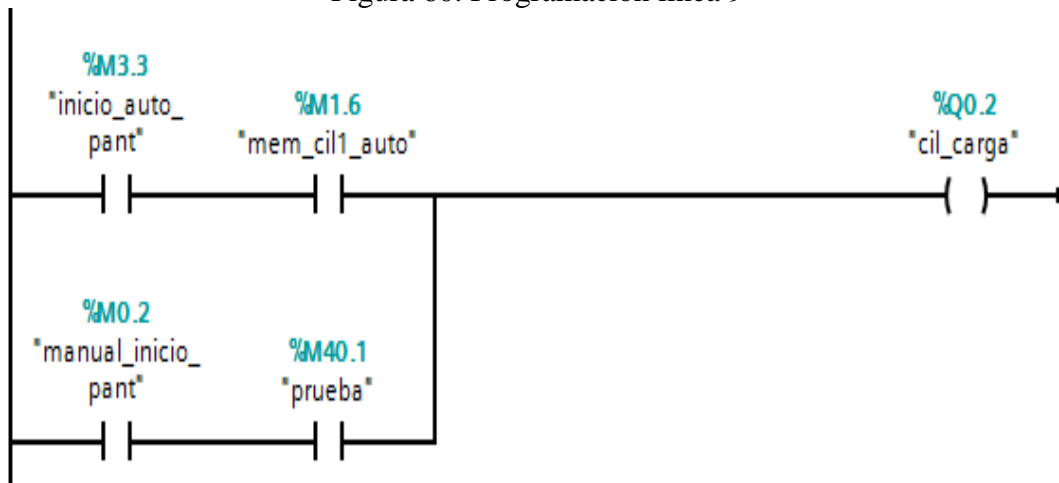
Figura 59. Programación línea 8



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La línea 9 consta de las siguientes variables (M3.3, M0.2, M1.6, Q0.2) M3.3 debe energizarse para que funcione la línea, también debe energizarse la M1.6 la cual se activa en el segmento anterior así se energizara el Q0.2

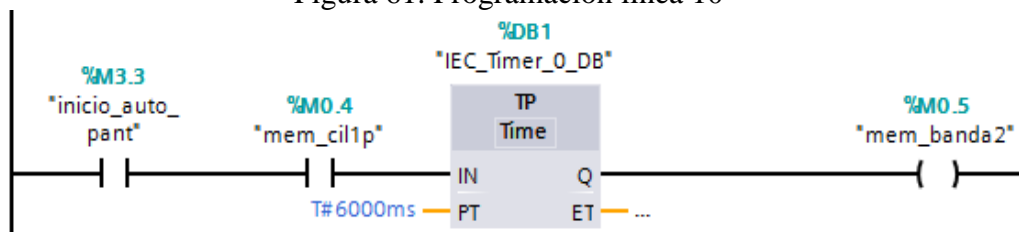
Figura 60. Programación línea 9



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La línea 10 consta de las siguientes variables (M3.3, M0.4, TP DB1, M0.5) M3.3 debe estar activado para seguir con el funcionamiento de esta línea la variable M0.4 se activó en la línea 6 que va dar el pulso al TP DB1 que va activar la variable M0.5 por 6 segundos, que también va a influir en la línea 2 y 8.

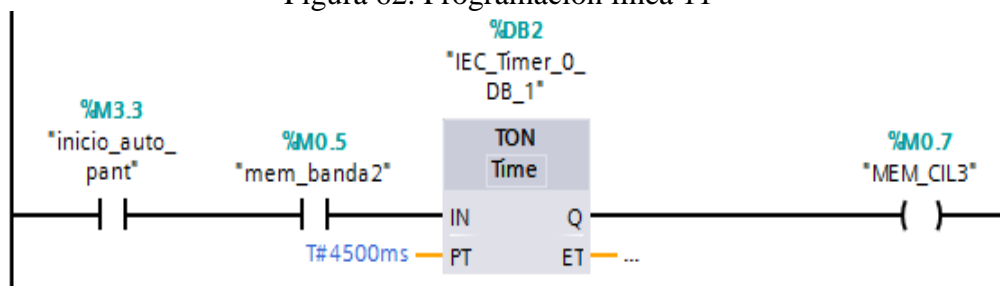
Figura 61. Programación línea 10



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La línea 11 consta de las siguientes variables (M3.3, M0.5, TON DB2, M0.7) M3.3 debe estar activado para seguir con el funcionamiento de esta línea, la variable M0.5 se activa en la línea 10 y da el pulso de inicio a TON DB2 para contar 4.5 segundos y activa M0.7 el cual influye en el segmento 12

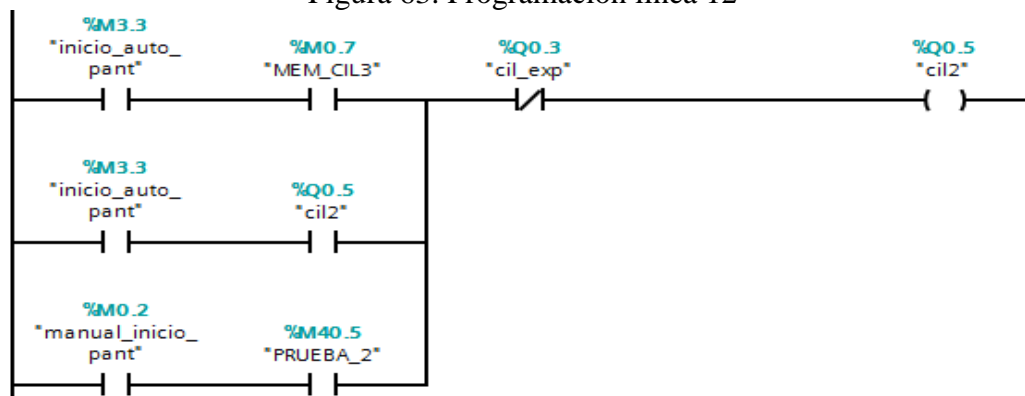
Figura 62. Programación línea 11



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La línea 12 consta de las siguientes variables (M3.3, M0.2, M0.7, Q0.3, Q0.5) la variable M3.3 o M0.2 debe estar activado para seguir con el funcionamiento de esta línea, M0.7 se activa en la línea 11 que va permitir activar la variable Q0.5 que va a quedar energizada hasta que la variable la cual se va a quedar enclavada donde se va a necesitar que se Q0.3 se active para que se desactive Q0.5.

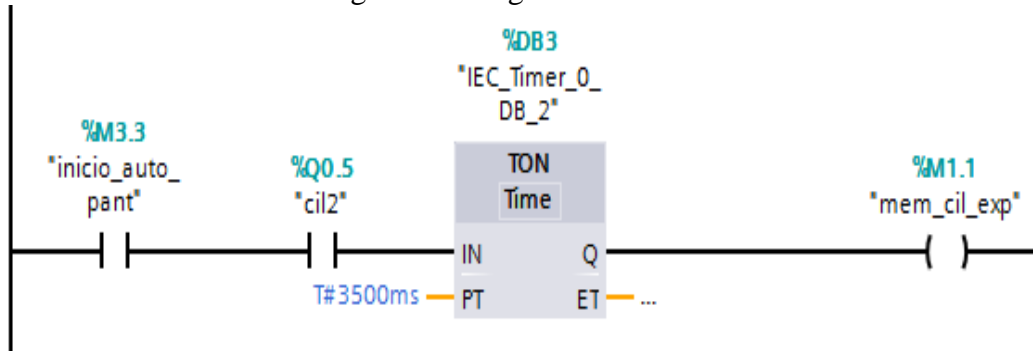
Figura 63. Programación línea 12



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La línea 13 consta de las siguientes variables (M3.3, Q0.5, TON DB3, M1.1) M3.3 debe estar activado para seguir con el funcionamiento de esta línea, cuando la variable Q0.5 se activa en la línea anterior va a dar el pulso a TON DB3 el cual durante 3.5 segundos activara la memoria M1.1

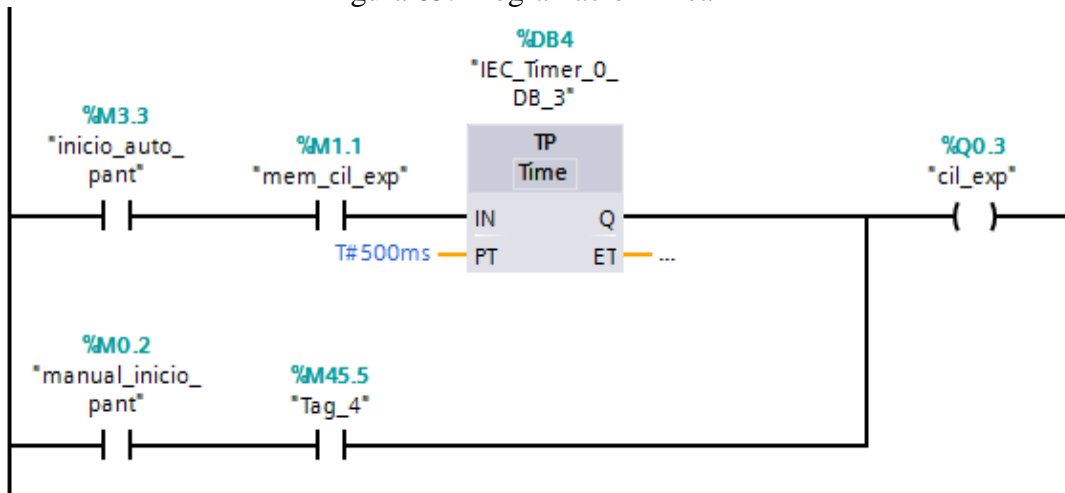
Figura 64. Programación línea 13



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La línea 14 consta de las siguientes variables (M3.3, M0.2, M1.1, TP DB4, Q0.3) debe energizarse M3.3 o M0.2 para seguir con el funcionamiento de esta línea, cuando la memoria M1.1 se active en la línea anterior también dará el pulso para TP DB4 por 0.5 segundos el cual activara a Q0.3 por ese tiempo.

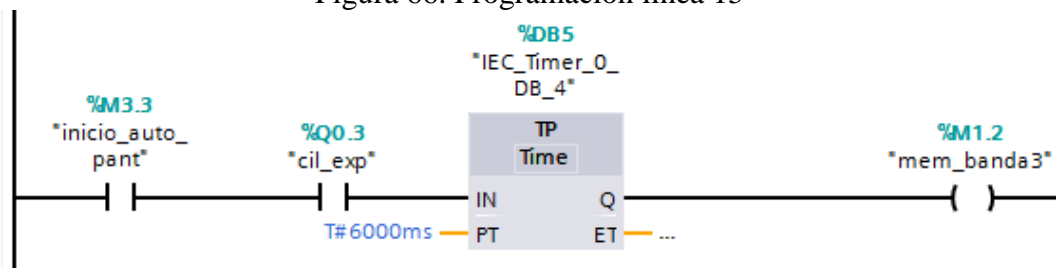
Figura 65. Programación línea 14



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La línea 15 consta de las siguientes variables (M3.3, Q0.3, TP DB5, M1.2) M3.3 debe estar activado para seguir con el funcionamiento de esta línea, cuando en la línea anterior Q0.3 se activara en la línea siguiente el cual activara al TP DB5 por 6 segundos y de igual manera estará activado la memoria M1.2.

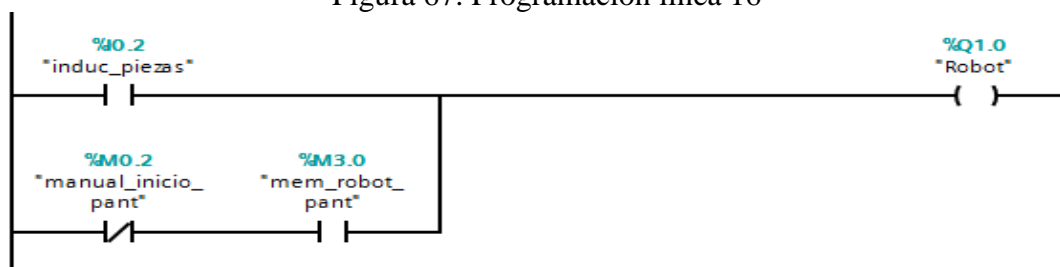
Figura 66. Programación línea 15



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

La línea 16 consta de las siguientes variables (I0.2, Q1.0 M0.2) en esta línea cuando la variable I0.2 detecta la pieza metálica envía una señal a Q1.0 ésta variable envía también una señal para que el robot recoja la pieza detectada y la almacene en los diferentes niveles de la plataforma de almacenamiento.

Figura 67. Programación línea 16

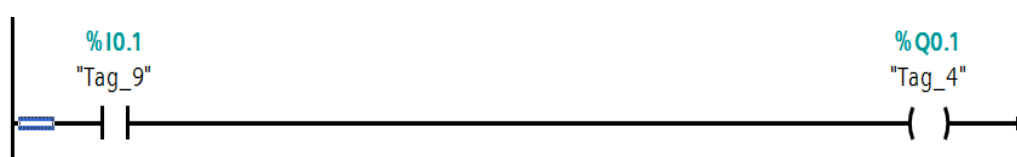


Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.6.6 *Programación PLC S7-1200.* En el PLC S7-1200 se programara las órdenes para controlar la velocidad de un motor reductor el mismo que proveerá de movimiento a la cinta transportadora mediante un sistema cadena-catalina.

En este segmento tenemos las siguientes variables (I0.1, Q0.1), donde se encuentra conectado físicamente al PLC S7-1500 el cual mediante cada activación de la salida Q1.6 envía una señal a la entrada I0.1 que activa a la Q0.1 del PLC 1200 de esta manera se activa la banda que se encuentra conectado a la Signal Board a la salida analógica QW 80.

Figura 68. Programación segmento 1 PLC 1200



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

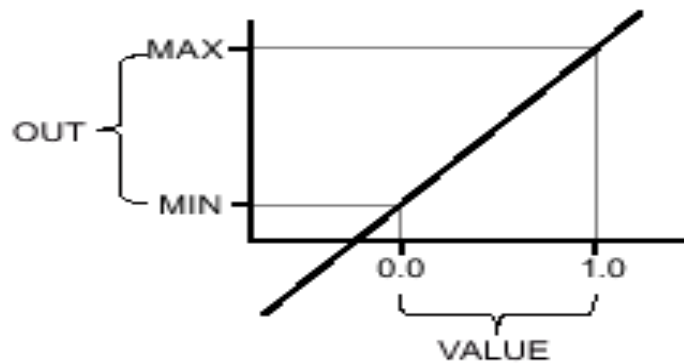
En el segmento 2 tenemos las siguientes variables (NORM_X y SCALE_X), donde el NORM_X tiene la función de normalizar la señal analógica para esto la representa en una escala lineal mínima y máxima, se definen los limites en un rango de valores en una escala donde

- P al valor mínimo en out se ve 0.0
- P al valor máximo en out se ve 1.0

El SCALE_X escala el valor de la entrada valué mapeando, lo cual determina valores al ejecutar la instrucción escalar, el número de la entrada VALUE es flotante el cual escala el rango de valores definidos en máximos y mínimos, el resultado de la escala será un numero entero en la salida out.

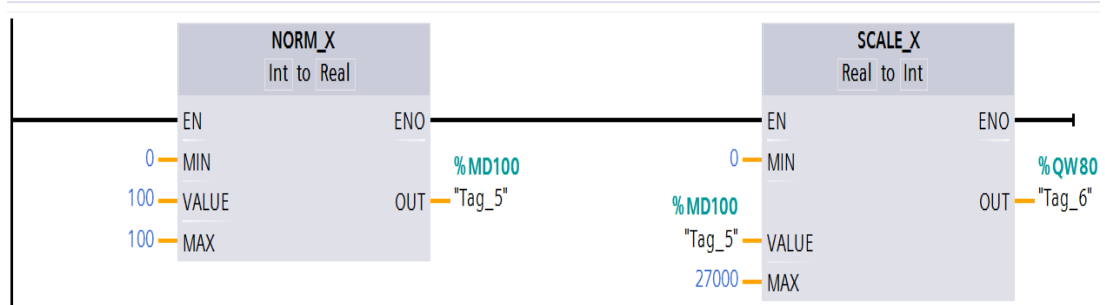
- P al valor mínimo en out se ve 0
- P al valor máximo en out se ve 27000

Figura 69. Demostración de las variables



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Figura 70. Programación segmento 2



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.6.7 *Programación pantalla HMI.* Luego de terminar la programación de la HMI se procede a realizar las diferentes pantallas con el fin de realizar la presentación del trabajo, sea el control de forma automático o el control de forma manual del proceso. A continuación se describen las pantallas.

- Presentación de la pantalla
- Inicio del proceso de almacenamiento
- Interfaz del Control Manual
- Interfaz del control Automático

3.6.7.1 *Presentación de la pantalla.* Para la presentación de la pantalla se debe configurar la imagen raíz con otra prediseñada en formato JPG. Además de los Datos Personales e Institucionales se colocó un botón de INICIO TESIS mediante la utilización del comando botón, que al activarse inicia las demás pantallas con sus respectivos comandos.

Figura 71. Presentación pantalla



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.6.7.2 *Interfaz inicio del proceso de almacenamiento.* Tiene tres botones, BACK para regresar a la pantalla anterior, y MANUAL para el funcionamiento manual y AUTOMATICO para el funcionamiento automático de la estación de almacenamiento.

Figura 72. Inicio del proceso



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.6.7.3 *Interfaz de control manual.* En esta imagen se utilizó el comando botón para el control individual de cada movimiento de la banda, cilindros y el robot de la estación de almacenamiento.

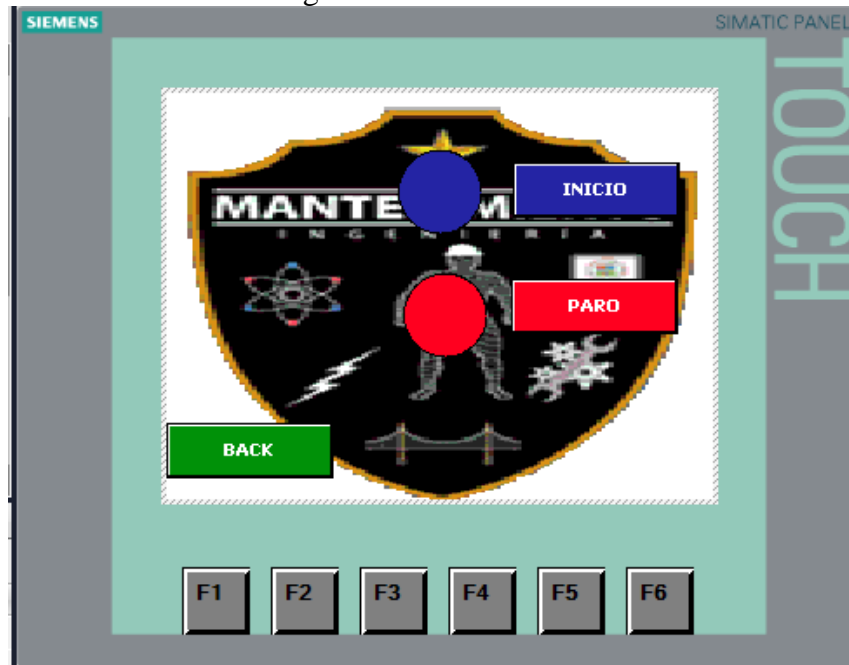
Figura 73. Inicio manual



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.6.7.4 *Interfaz de control automático.* En esta imagen podemos accionar para que se inicie de forma automática todo el proceso y también podremos para en cualquier estado que se encuentre el proceso.

Figura 74. Inicio manual



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

3.7 Programación robot industrial mediante el Teach Pendant.

Para comenzar con la programación se debe energizar el controlador E 70 el cual permite el funcionamiento del robot en forma manual y automático.

Figura 75. Inicio manual automático



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

En el Teach Pendant se realiza la programación en el modo aprendizaje, donde se procede a pulsar A + PROGRAM/A o PROGRAM en la pantalla táctil.

Figura 76. Modo aprendizaje



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

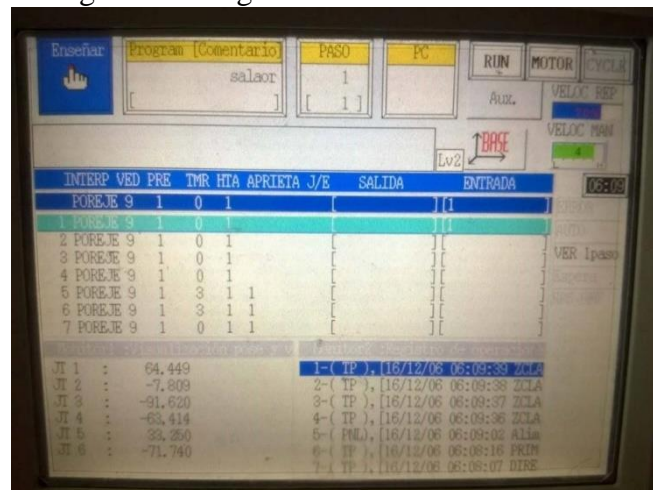
Mediante el Teach Pendant Pulsamos la pantalla en **PROGRAM (COMENTARIO)**, luego la opción **DIRECTORIO**, asignamos el nombre al programa y procedemos a designar los movimientos de cada uno de los ejes.

Figura 77. Inicio programación



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Figura 78. Programación movimientos robot



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

CAPITULO IV

4. MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS.

4.1 Manual de Operación de los equipos.

La correcta operación de los equipos es fundamental para su buen funcionamiento, el manual que a continuación se detalla sirve para que los estudiantes cumplan con todas las indicaciones y verificaciones, que de no cumplirse ocurrirán accidentes y daños a los componentes de la estación.

4.1.1 *Inicialización de la estación de almacenamiento.* Para iniciar el funcionamiento de la estación de forma segura debemos verificar la parte mecánica, eléctrica y neumática en forma general de los componentes de la estación, una vez revisado y asegurado que todo se cumple entonces podemos energizar y operar la estación. Cabe destacar que previamente ya estarán almacenados en las memorias del PLC y Robot los respectivos programas para su funcionamiento.

4.1.1.1 *Verificaciones mecánicas.*

- Revisar que el motor reductor este correctamente anclado en la mesa de aluminio.
- Comprobar que el sistema cadena – catalina no este con obstrucción y se encuentre acoplado al eje del motor reductor y a la cinta transportadora.
- Revisar que la cinta transportadora se deslice con facilidad.
- Verificar que se hayan colocado en la estación de almacenamiento las 3 piezas de aluminio que serán almacenadas.

4.1.1.2 *Verificaciones Eléctricas.*

- Verificación visual de los elementos se encuentre conectados con los equipos.

- Verificar que todos los cables de alimentación de la estación se encuentren en excelente estado físico y que no se encuentre doblados ni aplastados y en su respectivo lugar.
- Revisar que no haya fluctuaciones de voltaje en la línea de alimentación tanto de 110vca ni de 220vca.
- Verificar en el tablero de control que los elementos de protección estén conectados de manera adecuada.

4.1.1.3 *Verificaciones Neumáticas.*

- Comprobar que las mangueras neumáticas de todos los cilindros, electroválvulas así como del robot estén conectados de manera segura a los racores
- Revisar que exista la presión adecuada para la operación de los elementos previamente conocida.
- Verificar que las electroválvulas y cilindros se encuentre anclados correctamente.

Una vez que se asegura el cumplimiento de todas las verificaciones citadas anteriormente se procederá a la inicialización del módulo de la siguiente manera.

- Proveemos de alimentación de voltaje tanto al tablero de control, robot industrial y al moto reductor que son de 220vca y 110vca.
- Luego habilitamos los breakers en el tablero de control, el guardamotor y se procederá a encender la pantalla HMI.
- Después presionamos en el botón INICIO TESIS de la pantalla táctil para entrar al menú respectivo.
- Posteriormente tenemos dos posibilidades para manejar la estación de almacenamiento como es en forma manual y en forma automática.

Figura 79. Inicio del proceso desde la pantalla



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

4.1.1.4 *Operación de la Estación en forma manual.* Significa que en la pantalla táctil tenemos la posibilidad de operar de forma manual cada uno de los movimientos del proceso de almacenamiento. Los pasos a seguir para operar de esta manera se describen a continuación.

Figura 80. Operación de forma manual



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

A continuación se detallara uno a uno los botones y la función que cumplen.

Figura 81. Inicio y paro banda



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Con el Botón INICIO BANDA y PARO BANDA podremos Iniciar la Banda y detenerla respectivamente según como deseamos.

Figura 82. Inicio robot



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

El botón PULSO ROBOT, mediante este comando se dará un pulso al robot para ordenar que cumpla según la programación efectuada.

Figura 83. Inicio de cilindros



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Cada uno de los botones de la figura anterior comandara la entrada y salida de los cuatro cilindros que existen en el proceso de almacenamiento.

Figura 84. Regreso de la pantalla

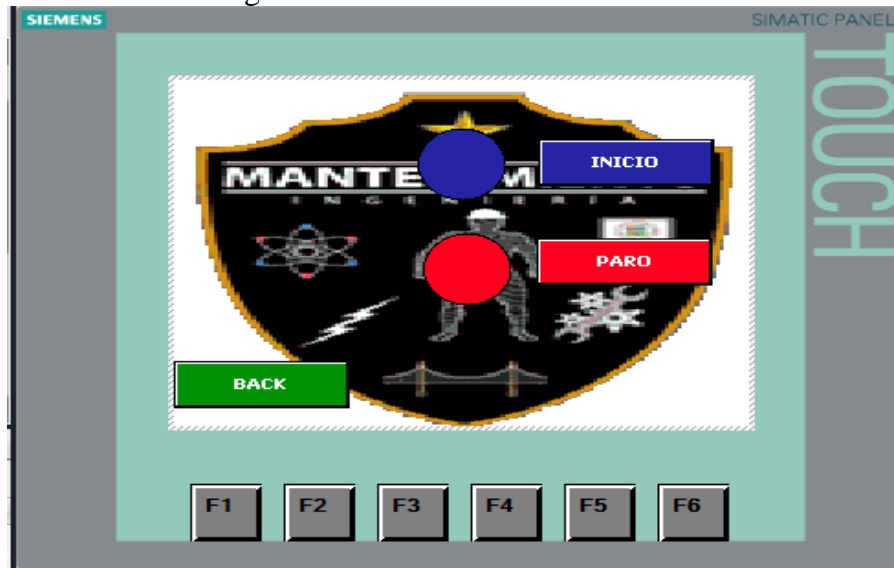


Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

El botón BACK hará que regresemos a la pantalla anterior.

4.1.1.5 *Operación de la estación en forma automática.* Significa que en la pantalla táctil tendremos la posibilidad de operar de forma automática el proceso de almacenamiento es decir con solo presionar un botón se llegaran a cumplir todas las ordenes programadas tanto al PLC como al robot. Los pasos que debemos seguir son los siguientes.

Figura 85. Pantalla forma automática



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

A continuación se describirá cada uno de los botones del Modo Automático.

Figura 86. Operación de forma automática



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Estos dos botones INICIO y PARO, son los encargados una vez que estamos en modo automático de arrancar el funcionamiento o pararlo.

Figura 87. Regreso inicio



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

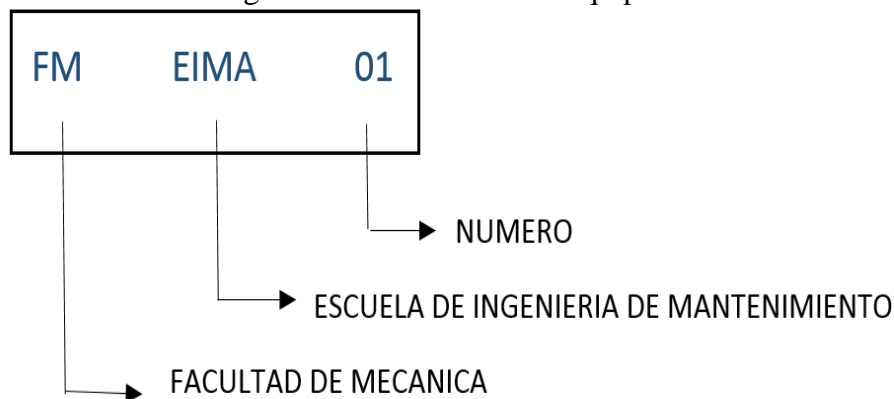
El botón BACK hará que regresemos a la pantalla anterior.

4.2 Elaboración del plan de mantenimiento de los equipos que conforman la estación de almacenamiento

El motivo por el cual se realiza un plan de mantenimiento es garantizar el cumplimiento de la vida útil de los equipos que conforman la estación de almacenamiento, lograr que estos trabajen de forma eficiente. Por las características de los componentes se realizara un mantenimiento preventivo, para lo cual también se realizara una codificación de los componentes más susceptibles a desgaste y fallos, además de un banco de tareas, respetando los tiempos de mantenimiento adecuados para cada uno de los componentes.

4.2.1 *Sistema de codificación para los equipos.* Se utilizara un sistema estándar de seis dígitos con la finalidad de conocer a que numero de documento corresponde, el área y tipo de información y puedan estar a disposición cuando se los requiera.

Figura 88. Codificación de equipos



Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

Tabla 21: Codificación de equipos

| No. | EQUIPO | CODIFICACIÓN |
|-----|--|--------------|
| 1 | PLC S7 – 1500. CPU 1511-1 PN (6ES7 511-1AK00-0AB0) | FM-EIMA-01 |
| 2 | PLC S7 – 1200 serie 1214C AC/DC/RLY | FM-EIMA-02 |
| 3 | PANTALLA KTP 600 BASIC COLOR PN | FM-EIMA-03 |
| 4 | COMPACT SWITCH MODULE | FM-EIMA-04 |
| 5 | VALVULA ELECTRONEUMATICA | FM-EIMA-05 |
| 6 | CILINDRO DE SIMPLE EFECTO | FM-EIMA-06 |
| 7 | CINTA TRASPORTADORA | FM-EIMA-07 |
| 8 | MOTOREDUCTOR | FM-EIMA-08 |
| 9 | ROBOT INDUSTRIAL RS03N | FM-EIMA-09 |

Fuente: Ruiz, Cristian y Salao, Jorge

En la tabla descrita anteriormente se procedió a enumerar los equipos con sus respectivas codificaciones donde primero recolectaremos los datos de los equipos, después las ordenes de trabajo preventivo, y finalmente las actividades de mantenimiento preventivo.

4.2.2 *Banco de Tareas.* Básicamente se enfoca en los equipos expuestos a posibles fallos de la estación de almacenamiento y que fueron codificados anteriormente, en un banco de tareas, se detalla los pasos que debemos seguir para realizar el respectivo mantenimiento asignado a cada equipo, elemento o componente y así tener un óptimo funcionamiento del módulo.

- Lo primero es escribir la información del lugar donde se encuentra la estación especificando el nombre del laboratorio.
- Todos los elementos están detallados con sus respectivos nombres de fábrica y además codificados.
- Algo muy importante es la tarea y la frecuencia con la que debe realizarse cada mantenimiento a los equipos.
- También se cuenta con un gráfico que ayudara a la identificación exacta y evitar confusiones al momento de realizar la tarea de mantenimiento designada a cada equipo o elemento de la estación de almacenamiento.
- Una vez identificado se debe continuar con la realización de procedimiento siguiendo uno por uno los pasos que se detallan con la utilización de las herramientas y materiales acordes a cada operación.
- Posteriormente se debe realizar pruebas para verificar el correcto funcionamiento de cada equipo o elemento.
- Finalmente en caso de existir algún cambio o reparación de ciertos equipos, también se lo debe detallar exactamente sus características y las observaciones que tengamos para ayudar al mejoramiento de las tareas descritas.

A continuación se realiza el banco de tareas de los equipos que fueron codificados anteriormente ver Anexo B.

4.2.3 *Elaboración de una agenda de actividades de mantenimiento preventivo.* Una vez que tenemos el banco de tareas procedemos a elaborar una agenda de actividades con la finalidad de que sea de ayuda al operario ya que aquí se muestra de forma resumida las actividades a desarrollar, frecuencias para cada una de las actividades y el inicio de cada uno de ellos ver Anexo D.

4.2.4 *Elaboración de un plan de mantenimiento completo para la estación de almacenamiento.* Elaborar el plan de mantenimiento completo ayudara al operario a llevar de mejor manera todos los componentes de la estación de almacenamiento, le servirá de una manera útil para saber cómo actuar y que hacer en el momento de realizar mantenimiento a los equipos.

Como ya hemos desarrollado las tareas, las actividades a desarrollar vamos a elaborar el plan de mantenimiento completo de la estación siguiendo las recomendaciones de los fabricantes, para así minimizar los daños en el proceso ver Anexo E.

4.3 Realización de manual de seguridad de los equipos de la estación de almacenamiento.

Antes de empezar a utilizar la estación de almacenamiento es muy importante que los estudiantes verifiquen que se cumpla con las actividades de seguridad de cada uno de los componentes a continuación, para lograr así una operación segura de los equipos, lo primero que vamos hacer es identificar los puntos críticos existentes.

4.3.1 *Identificación de Puntos Críticos.* En la estación de almacenamiento se consideran como puntos críticos a aquellas conexiones por donde circule corriente eléctrica, también aquellos expuestos a movimiento y que se encuentren a la fácil manipulación por parte de los estudiantes.

Para una mejor comprensión de cada una de las normas de seguridad que a continuación se detallan el estudiante deberá tener previos conocimientos en el área de automatización o haber recibido clases en alguna de las materias a fin ver Anexo C.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

Se seleccionó minuciosamente cada uno de los dispositivos y componentes que intervinieron tomando en cuenta parámetros como; tecnología del equipo, condiciones de trabajo, vida útil y sobre todo la influencia de la marca en el mercado como es; Siemens, Airtac, Camsco, Beaucoup reconocidas nacional e internacionalmente las cuales garantizan durabilidad y cumplimiento de la vida útil de los mismos, sin importar el uso constante que tengan en el laboratorio.

Se programó con éxito el PLC S7 1200 y S7 1500 ambos con la utilización del programa Tía Portal V13 y el lenguaje de programación KOP, con el S7 1200 se consiguió la comunicación entre el Variador de Velocidad y el Motor reductor para finalmente lograr el movimiento de la cinta transportadora encargada de llevar las piezas desde la estación inicial hasta la plataforma de almacenamiento, mientras que el PLC S7 1500 fue el encargado de la activación y desactivación de los cilindros y electroválvulas, detección de sensores y además enviar pulsos al robot para el funcionamiento o no del mismo.

Se programó el robot industrial RS03N con la ayuda del Teach Pendant que mediante la manipulación táctil y el ingreso de las coordenadas correctas se logró los movimientos necesarios para trasladar las piezas desde la parte final de la rampa hasta cada uno de los niveles de la plataforma de almacenamiento.

Para el correcto funcionamiento de la estación de almacenamiento se realizó un banco de tareas, plan de mantenimiento, manuales de seguridad y finalmente guías de laboratorio que son de ayuda para los estudiantes donde se les detalla pasos para intervenir los equipos antes y después de su operación.

5.2 Recomendaciones.

Se debe impulsar el área de la Automatización debido a que es de gran aporte en el desarrollo de la empresas a nivel mundial, para lograrlo debemos estar al día en los últimos avances tecnológicos conocer marcas y modelos que predominan el mercado de los dispositivos y componentes y así de esta manera dotar al laboratorio de equipamiento que ayude a los estudiantes en la adquisición de conocimientos.

Tener los conocimientos básicos de todas las áreas involucradas como son la eléctrica, mecánica, neumática y automatización de la estación de almacenamiento; para no tener problemas en la manipulación de los lenguajes de programación de los PLCs y del robot industrial, es recomendable que el encargado del laboratorio supervise cada una de las maniobras que se realice por parte de los estudiantes.

Cumplir responsablemente con el plan de mantenimiento, órdenes de trabajo, técnicas de seguridad, antes y después del funcionamiento de la estación de almacenamiento para de esta manera dar un uso adecuado y sacar el máximo provecho por parte de los estudiantes.

Promover la realización de seminarios o charlas de parte de las personas que ya han incursionado en empresas hacia los estudiantes especialmente en temas relacionados con las nuevas tecnologías equipos y maquinaria industrial, para lograr que conozcan el entorno laboral en donde en un futuro se desempeñaran.

BIBLIOGRAFÍA

GALIA AUTOMATAS, *Control y automatización*. [En línea]. 2013. [Consulta: 15 de octubre del 2016]. Disponible en: http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/presentaciones_plc_pdf_s/24_sensores_inductivos.pdf.

LANGUAGE SIMATIC, *Programacion simatic*. [En línea]. 2015. [Consulta: 16 de octubre del 2016]. Disponible en: http://www.grupomaser.com/PAG_Cursos/Step/step7/Proyecto%20step7/paginas/contenido/step7/7/2.9.1.2.htm.

SIEMENS, *Manual s7 1200*. [En línea]. 2012. [Consulta: 25 de octubre del 2016]. Disponible en: <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documentos/s71200-manual%20del%20sistema.pdf>.

MASER, *Programación*. [En línea]. 2012. [Consulta: 10 de noviembre del 2016]. Disponible en: http://www.grupomaser.com/PAG_Cursos/Step/step7/Proyecto%20step7/paginas/contenido/step7/7/2.9.1.3.htm.

NULLE Lucas, *Robot industrial*. [En línea]. 2015. [Consulta: 22 de julio del 2016.] disponible en: <https://www.lucas-nuelle.es/index.php/page/2273/apg/5797/Robot-industrial.htm?print=>.

SIEMENS, *Pantallas HMI*. [En línea]. 2014. [Consulta: 10 de diciembre del 2016.] disponible en: <http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/hmi/Pages/PantallasHMI.aspx>.

SOFTWARE, *Tía portal V 13*. [En línea]. 2013. [Consulta: 10 de noviembre del 2016.] disponible en: <http://es.slideshare.net/johnpir/manual-manejo-tia-portal-siemens>.

KAWASAKI, *Robot industrial*. [En línea]. 2015. [Consulta: 28 de noviembre del 2016.] disponible en: <https://robotics.kawasaki.com/en1/products/robots/small-medium-payloadsRS003N/>.

SIEMENS, *Componentes*. [En línea]. 2016. [Consulta: 28 de septiembre del 2016.] disponible en: <http://c4b.gss.siemens.com/resources/images/articles/e20001-a800-p210-v1-7800.pdf>.

SIEMENS, *Pantallas HMI montajes*. [En línea]. 2015. [Consulta: 28 de septiembre del 2016]. disponible en: [http://w3.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-devices/basic-hmi/basic-panels/Pages/Default.aspx?tabcardname=standard %20 devices](http://w3.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/operator-devices/basic-hmi/basic-panels/Pages/Default.aspx?tabcardname=standard%20devices).

SIEMENS, *Compact swicht CSM*. . [En línea]. 2014. [Consulta: 28 de septiembre del 2016]. Disponible en: http://iycnet_siemens_sm1200_csm_1277_78.

SIEMENS, *Simatic PLC 1500*. [En línea]. 2016. [Consulta: 30 de septiembre del 2016]. Disponible en: <http://c4b.gss.siemens.com/resources/images/articles/e20001-a800-p210-v1-7800.pdf>.

SIEMENS, *Simatic 1500*. [En línea]. 2015. [Consulta: 02 de enero del 2016]. Disponible en: [http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infopl_net_s71500_system_manual _es-es_es-es.pdf](http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infopl_net_s71500_system_manual_es-es_es-es.pdf).

SIEMENS, *Software step7*. [En línea]. 2016. [Consulta: 20 de diciembre del 2016]. Disponible en: [https://www.industry.siemens.com/topics/global/en/tia-portal/controller-sw-tia portal/simatic -step7-basic-tia-portal/pages/default.aspx](https://www.industry.siemens.com/topics/global/en/tia-portal/controller-sw-tia-portal/simatic-step7-basic-tia-portal/pages/default.aspx).